

ANALISA KESELAMATAN KERJA PADA PROYEK PERBAIKAN WASH TANK DI STASIUN PENGUMPUL MENGGUNAKAN NEW APPROACH RISK ANALYSIS

Nama Mahasiswa : Ika Dasi Ariyanto
NRP : 9111202710
Pembimbing : Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D

ABSTRAK

Tangki penimbun (*Storage Tank*) merupakan salah satu fasilitas yang sangat penting pada pengolahan minyak mentah karena sebagai tempat pengumpul minyak dari sumur minyak. Perbaikan tangki harus dilakukan secara tepat untuk menghindari terjadinya gangguan pada distribusi pengolahan minyak. Potensi bahaya pada saat perbaikan Tangki cukup tinggi sehingga pengendalian risiko yang benar dan tepat perlu dilakukan untuk menghindari kerugian biaya, waktu, dan mutu. Tujuan utama dari penelitian ini adalah membuat kerangka manajemen risiko yang terintegrasi pada proyek perbaikan tangki dengan menganalisa risiko-risiko dan mendapatkan tingkat risiko serta membuat respon risiko.

Penelitian ini dilakukan pada proyek perbaikan tangki penimbun *Wash Tank* 6000 barrel di pusat stasiun pengumpul pengolahan minyak di PT. XYZ. Metode penelitian meliputi identifikasi risiko dengan pengumpulan data yang terdiri dari data sekunder dan data primer. Data primer dari *focus grup discussion* (FGD), kuisioner dan wawancara dengan ahli (*expert judgment*), tim inti proyek serta tim terkait. Data sekunder dari data perusahaan dan penelitian sebelumnya. Data tersebut dianalisa dengan metode *Pair Wise Comparison - Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Risk Matrix* untuk menentukan tingkat risiko. *Pair Wise Comparison* digunakan untuk mencari bobot dari risiko yang mungkin terjadi, sedangkan *Risk Matrix* untuk mengetahui kemungkinan kejadian dan dampaknya.

Hasil penelitian menunjukkan risiko paling tinggi adalah proses perbaikan *Wash Tank* adalah perbaikan *rafter* dan *roof* dengan bobot risiko 41,56%. Hasil penilaian *Risk Level* pada 5 besar kejadian yang kemungkinan terjadi pada perbaikan *Wash Tank* adalah risiko terjatuh pada saat melakukan perbaikan *rafter* dan *roof*, dengan nilai *Risk Level* 24,81%, terjatuh pada saat proses coating (*internal & external coating* pada ketinggian), dengan nilai *Risk Level* 6.18%, tersengat listrik pada saat proses perbaikan *rafter* dan *roof*, dengan nilai *Risk Level* 6,02%, terbakar karena pengelasan pada saat proses perbaikan *rafter* dan *roof*, dengan nilai *Risk Level* 5,47%, dan terjatuh dari atap pada saat proses pemasangan *blower* di *main hole roof*, dengan nilai *Risk Level* 4,76%.

Kata Kunci: *Analytical Hieracy Process* (AHP), Manajemen Risiko, *Pair Wise Comparison*, *Risk Matrix*, *Risk Level*, Tangki Penimbun *Wash Tank*.

SAFETY ANALYSIS OF WASH TANK REPAIR PROJECT AT CENTRAL GATHERING STATION USING NEW APPROACH RISK ANALYSIS METHODE

By : Ika Dasi Ariyanto
Student Identity Number : 9111202710
Supervisor : Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D

ABSTRACT

Storage Tank is one of the very important facilities for the processing of crude oil as the oil collector of oil wells. Tank repair must be done properly to avoid interference with the distribution of oil processing. Potential hazards while tank repair is very high, so that the proper risk control to be done to avoid loss of the cost, time and quality. The main objective of this research is to create an integrated risk management framework in tank repair project by analyzing the risks and gain the level of risk and make risk response.

This research object method is 6000 BBLs Wash Tank project repair program at central gathering station in PT. XYZ. Research methods will include risk identification with data collection consist of secondary and primary data. Primary data obtained from focus group discussions (FGD), questionnaires and interviews with experts, the core project team and associated team. Secondary data obtained from the company's data and results of previous studies. The data was analyzed by the Pair-Wise Comparison part of AHP (Analytical Hierarcy Process) methode and the Risk Matrix to determine the level of risk in the Wash Tank improvement process. Pair Wise Comparison used to find the weights of the risks and the Risk Matrix to determine the likelihood of occurrence and impact.

Result of the research wich highest risk of Wash Tank repair is rafter and roof repair with 41,56% weight of risk. Risk assessment results of the worst 5 events at repair Wash Tank are the risk of falling during rafter and roof repairs, with Risk level value 24,81%, fell during the process of coating (internal & external coating in height), with Risk level value 6.18%, electric shock during the process of repair and roof rafters, with Risk level value 6,02%, burns during the process of welding repairs and roof rafters, with Risk level value 5,47%, and fell from the roof during the installation of the main blower in roof mainhole, with Risk level value 4,76%.

Key Words: Analytical Hierarcy Process (AHP), Risk Management, Pair Wise Comparison, Risk Matrix, Risk Level, Storage Tank, Wash Tank

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menurut Permenaker No.4/1985 adalah sebagai upaya perlindungan pada tenaga kerja dan orang lain di tempat kerja agar selalu mendapatkan keselamatan dan kesehatan serta agar setiap sumber produksi yang dipakai dapat digunakan secara aman dan efisien. K3 menurut UU No.1 Tahun 1970 ayat 1 adalah suatu upaya pemikiran dalam menjamin keutuhan dan kesempurnaan jasmani maupun rohani manusia pada umumnya dan pekerja pada khususnya serta hasil karya budaya dalam rangka menuju masyarakat adil makmur berdasarkan Pancasila.

2.1.1. Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja (Permenaker) Nomor: 03/Men/1998 adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menimbulkan korban jiwa dan harta benda. World Health Organization (WHO) mendefinisikan sebagai kecelakaan sebagai satu kejadian yang tidak dapat dipersiapkan penanggulangan sebelumnya sehingga menimbulkan cedera.

Menurut Ramli (2009) ada dua cara pendekatan pencegahan kecelakaan, yaitu :

1. Pendekatan Reaktif:

Pendekatan reaktif merupakan pendekatan umum yang menggunakan data tentang suatu kecelakaan untuk mencegah terjadinya kembali di masa yang akan datang. Strategi ini didasarkan pada frekuensi kejadian, tingkat keparahan, dan biaya.

2. Pendekatan Proaktif

Pendekatan ini bertujuan untuk menjaga agar kecelakaan tidak terjadi sama sekali. Syarat dari pendekatan ini adalah sedikitnya ada satu kali kejadian sebagai landasan untuk identifikasi tindakan pencegahan. Pendekatan ini

bertujuan agar tidak terjadi untuk yang pertama kalinya dan biasanya menggunakan analisa risiko dan teknik yang berkaitan dengan kecelakaan.

2.1.2. Bahaya dan Hierarki Pengendalian bahaya

OHSAS 18001 (2007) bahaya adalah sumber, situasi atau tindakan yang berpotensi menciderai pekerja atau menimbulkan penyakit atau kombinasi dari keduanya. Menurut Croos (1988) bahwa bahaya merupakan sumber risiko apabila risiko tersebut diartikan sesuatu yang negatif.

Pengendalian bahaya adalah proses, peraturan, alat, pelaksanaan atau tindakan yang berfungsi untuk meminimalisasi efek negatif atau meningkatkan peluang positif. Menurut Tranter (1999), hierarki pengendalian risiko merupakan daftar pilihan pengendalian yang telah diurutkan sesuai mekanisme pengurangan paparan, dengan urutan sebagai berikut:

1. Eliminasi

Merupakan langkah yang terbaik untuk solusi pengendalian paparan bahaya, namun juga langkah yang paling sulit bagi perusahaan untuk mengeliminasi substansi atau proses tanpa mengganggu kelangsungan produksi secara keseluruhan.

2. Substitusi

Apabila suatu bahaya tidak mungkin dihilangkan, maka dilakukan substitusi. Proses substitusi umumnya membutuhkan uji coba untuk mengetahui teknik atau alternatif dapat berfungsi dengan baik. Agen pengganti harus memiliki tingkat bahaya atau toksisitas yang lebih rendah.

3. Pengendalian Engineering

Tipe pengendalian ini memiliki kemampuan untuk merubah jalur transmisi bahaya atau mengisolasi pekerjaan dari bahaya. Ada tiga alternatif pengendalian yaitu isolasi, *guarding*, dan ventilasi.

4. Pengendalian Administratif

Pengendalian ini mengandalkan sikap dan kesadaran bagi pekerja. Pengendalian ini baik untuk bahaya yang berisiko rendah, sedangkan untuk bahaya yang berisiko signifikan harus disertai pengawasan dan peringatan.

Beberapa pengendalian yang bisa dilakukan yaitu rotasi penempatan pekerja, pendidikan dan pelatihan, penataan kebersihan, perawatan secara berkala terhadap peralatan, pengaturan jadwal kerja, dan monitoring kesehatan pekerja.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

Merupakan cara terakhir yang dipilih untuk melindungi dari bahaya dalam bekerja.

2.2. Risiko dan Manajemen Risiko

2.2.1 Pengertian Risiko

Risiko adalah bahaya, akibat atau konsekuensi yang dapat terjadi dari sebuah proses yang sedang berlangsung atau kejadian yang akan datang. Risiko berhubungan erat dengan ketidakpastian (*uncertainty*) dan kejadian (*event*), hal ini terlihat dari beberapa pendapat :

1. Risiko adalah efek kumulatif dari pada kemungkinan- kemungkinan adanya (*uncertainty*) yang akan berdampak positif atau negatif terhadap sasaran proyek. (*AS/NZS 4360 : 1999*)
2. Risiko adalah kemungkinan terjadinya sesuatu yang akan berdampak negatif terhadap sasaran dan diukur diukur dengan melihat konsekuensi yang mungkin terjadi, dan besarnya probabilitas terjadinya risiko . Sehingga konsep Risiko selalu mencakup dua elemen yaitu Frekwensi /probabilitas dan konsekwensi (*AS/NZS HB 143 : 1999*)
3. Ketidakpastian (*uncertain*) suatu kejadian (*event*) atau situasi, jika hal tersebut terjadi akan mempengaruhi pada pencapaian sasaran/tujuan proyek (*APM, 1997*)
4. Ketidakpastian (*uncertain*) suatu kejadian atau keadaan dimana jika hal tersebut terjadi akan mempunyai dampak paling tidak salah satu pada sasaran proyek, yang terdiri dari skope, waktu, biaya dan mutu. (*PMI, 2008*)
5. Kejadian (*event*) dimana jika hal tersebut terjadi maka akan mempengaruhi sasaran proyek menjadi lebih baik atau lebih buruk. (*ICE and FIA, 1998*)

6. Risiko ialah suatu kerugian yang diharapkan dalam setiap kegiatan atau dalam satuan waktu yang merupakan kombinasi antara kemungkinan suatu kejadian dalam setiap kegiatan atau dalam satuan waktu dengan keparahan atau akibat yang dinyatakan dalam kerugian dalam setiap kejadian (**P2K3 Depnaker RI, 2000**).
7. Risiko dapat didefinisikan sebagai kejadian yang tidak tentu yang dapat mengakibatkan suatu kerugian (**Redja, 2003**)
8. Risiko yaitu seberapa besar kemungkinan suatu bahan atau material, proses atau kondisi untuk menimbulkan kerusakan atau kerugian dan kesakitan (**Spriyadi, 2005**)
9. Risiko adalah kemungkinan terjadinya kerugian atau keuntungan. Juga suatu takaran dari potensi kerugian yang mempertimbangkan besarnya kerugian (**Bird, 1996**)
10. Identifikasi risiko merupakan suatu tahapan yang dilakukan dengan cara mengidentifikasikan hal-hal tertentu (*hazard*) dalam pekerjaan yang dapat menyebabkan sebuah risiko terjadi (**Kolluru, 1996**)

Risiko mempunyai 3 elemen utama yaitu :

1. Kejadian (*event*) yang merupakan sebuah peristiwa atau situasi yang mungkin terjadi pada saat proyek berlangsung.
2. Kemungkinan (*probability*) yaitu kemungkinan risiko akan terjadi.
3. Dampak (*impact*) konsekuensi atau efek pada proyek jika risiko tersebut terjadi.

Suatu risiko dikategorikan rendah bila kecil akibatnya dan kecil kemungkinan terjadinya (*Asian Business Consultants*). Tinggi rendahnya risiko diukur berdasarkan:

1. Akibat (*consequences*) : seberapa besar akibat yang timbul bila risiko itu benar-benar terjadi.
3. Kemungkinan terjadinya (*likelihood*) : Seberapa besar kemungkinan risiko itu dapat terjadi.

2.2.2. Pengendalian Risiko

Untuk risiko yang tidak bisa dihindari, organisasi perlu melakukan pengendalian risiko. Menurut Haddon (2008) ada strategi penanggulangan dan pengendalian risiko, yaitu antara lain:

1. Mencegah lahirnya bahaya pada kesempatan pertama.
2. Mengurangi jumlah atau besarnya bahaya.
3. Mencegah keluarnya hazard jika bahaya terbentuk, atau kalau bahaya memang sudah ada sebelumnya.
4. Mengubah kecepatan atau kekuatan keluarnya bahaya dari sumbernya.
5. Memisahkan dari obyek yang dapat dihancurkannya.
6. Memisahkan bahaya dari yang harus dilindungi dengan suatu sekat pemisah.
7. Mengubah kualitas dasar yang relevan dari bahaya.
8. Menjadikan objek lebih tahan terhadap bahaya yang akan merusaknya.
9. Mulai melakukan tindakan kontra untuk menahan bertambahnya kerusakan.
10. Menstabilkan, memperbaiki, dan merehabilitasi obyek yang terkena dampak risiko.

2.3. Manajemen Risiko

Menurut Kolluru (1996), manajemen risiko merupakan sebuah proses evaluasi dan jika dibutuhkan dapat digunakan untuk mengendalikan sumber paparan dan risiko. Penyusunan kajian manajemen risiko menggunakan pedoman dan standar yang lazim untuk melakukan kajian. Pedoman dan standar yang biasa digunakan dalam penyusunan kajian manajemen risiko antara lain :

1. APM (*Association for Project Management*) (1997) *Project Risk Analysis and Management*. Norwich Norfolk: The APM group Ltd
2. ICE and FIA (*Institution of Civil Engineering and Faculty and Institute of Actuaries*) (1998) *RAMP : risk analysis and management for projects*. London: Thomas Telford.

3. AS/NZS (Australian and New Zealand Standard) (1999a) *Risk Management*. Standards Association of Australia.
4. AS/NZS (Australian and New Zealand Standard) (1999b) *Guidelines for Managing Risk: in the Australian and New Zealand Public Sector*. HB 143.
5. PMI (Project Management Institute) (2008) *A Guide to the Project Management*
6. Flanagan, R and Norman, G (1993) *Risk Management and Construction*. Xford: Blackwell Science Ltd.
7. Byrne, P (1996) *Risk, uncertainty and decision-making in property development*. London: Spon.
8. Carter, B and Centre, N C (1996) *Introducing RISKMAN : the European project risk management methodology*. London: The Stationary Office.
9. Chapman, C and Ward, S (1997) *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

2.3.1. Pengertian Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah suatu proses yang sistimatis didalam mengidentifikasi, menganalisis dan menyelesaikan masalah risiko yang akan terjadi pada proyek, termasuk memaksimalkan probabilitas dan konsekwensi dari kejadian yang positif dan meminimalkan probabilitas dan konsekwensi dari kejadian yang kurang baik terhadap tujuan proyek (**PMBOK, 2004**).

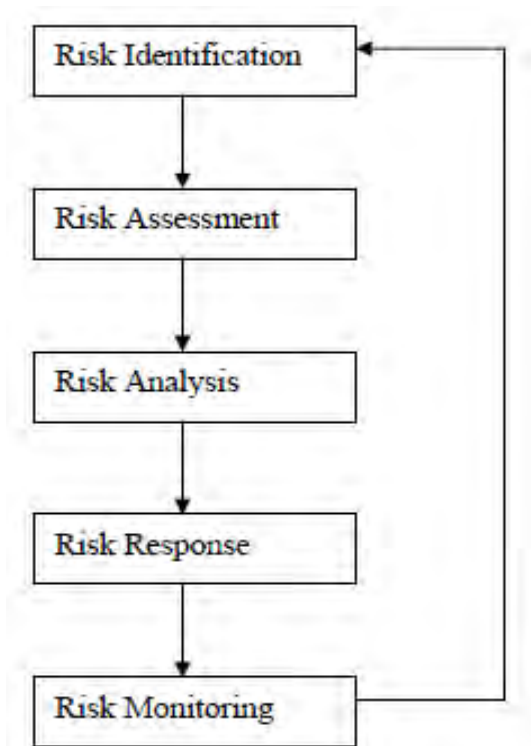
Project Management Intitute sebagai salah satu badan profesional internasional yang mewadahi profesi manajemen proyek seluruh dunia mendefinisikan kesuksesan proyek secara lebih sempit, yaitu melalui kualitas produk , ketepatan waktu, ketaatan anggaran, dan tingkat kepuasan pelanggan.

2.3.2. Proses Manajemen Risiko

Berdasarkan *project body of knowledge* (PMBOK) bahwa *Project Risk Management* proses terdiri dari :

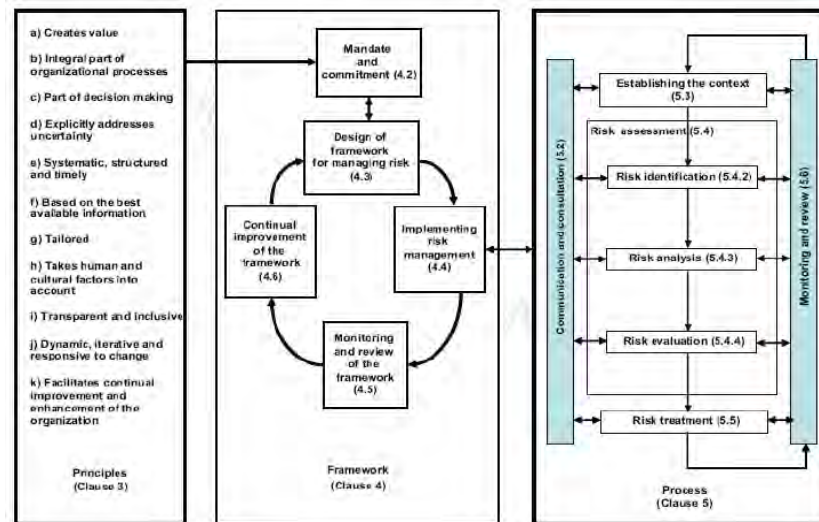
1. *Plan Risk Management* : Suatu proses dari memutuskan bagaimana melakukan pendekatan , merencanakan dan melaksanakan kegiatan manajemen risiko terhadap suatu proyek.
2. *Identify Process* : Menentukan risiko yang mungkin berdampak pada proyek dan dokumen dari karakteristiknya.
3. *Qualitative Risk Analysis* : Proses melakukan prioritisasi proyek untuk dilakukan analisa dikemudian hari dengan melakukan penilaian dan penggabungan antara kemungkinan terjadi (*probability*) dari kejadian (*occurrence*) dan dampaknya (*impact*).
4. *Perform Quantitative* : Proses analisa secara numeric terhadap dampak yang diidentifikasi dari semua tujuan proyek.
5. *Plan Risk Response* : Proses pembuatan pilihan dan tindakan untuk meningkatkan peluang dan juga untuk mengurangi ancaman terhadap tujuan proyek.
6. *Monitor and Control Risk* : proses penerapan perencanaan penanggulangan risiko, penelusuran identifikasi risiko, monitoring risiko-risiko yang masih ada, identifikasi risiko-risiko baru, dan mengevaluasi keefektifitasnya sepanjang siklus proyek.

Secara garis besar diagram alir dari manajemen risiko terlihat pada Gambar 2.1. Diagram Alir manajemen Risiko. Gambar tersebut menunjukkan tahapan-tahapan melakukan manajemen risiko, mulai dari tahap melakukan identifikasi risiko yang kemungkinan terjadi, melakukan assessment terhadap risiko, melakukan analisa penyebab dari risiko, melakukan respon untuk meminimalisasi risiko dan menghindari risiko serta dilakukan monitoring terhadap risiko dan kegiatan pengedaliannya.



Gambar 2. 1. Diagram Alir Manajemen Risiko (Wiguna, 2011)

Manajemen risiko dapat di kontrol dengan baik apabila identifikasi risiko dilakukan dengan membuat kerangka yang terdiri dari desain (prinsip dasar, kerangka kerja dan proses), seperti terlihat pada Gambar 2.2. Proses Manajemen Risiko berdasarkan AS/NZS ISO 31000:2009 yang merupakan pengganti dari manajemen risiko AS/NZS 4360:2004. Standar AS/NZS ISO 31000:2009 menggambarkan manajemen risiko yang didasarkan pada hubungan dari sebuah kerangka dasar pemikiran yang terdiri dari nilai-nilai yang ada, kerangka kerja yang terstruktur dan proses pengendalian dari risiko yang kemungkinan ada.



Gambar 2. 2. Proses Manajemen Risiko (AS/NZS ISO 31000:2009)

Dalam melakukan analisa risiko pada fase *Risk Assessment* perlu dibuatkan hirarki risiko, untuk melakukan perhitungan tingkat risiko (*Risk Index/Risk Level*) pada setiap risiko yang mungkin terjadi. Menurut Wiguna dan Scott (2005) pengukuran *Level Risiko* atau *Risk Index* menggunakan formula sebagai berikut:

$$RI = \sum Wi \times Pi \times Ii \quad (2.1)$$

Dengan:

- RI = *Project Risk Index*
- Wi = *Weight of the importance of each risk (using pair wise comparasion)*
- Pi = *Probability that risk would occur*
- I = *Impact if the risk did occur*
- i = *Risk factor (1,...,n)*

2.4. Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki.

2.4.1. Pengertian AHP

Hirarki proses didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur banyak tingkat dimana tingkat pertama adalah tujuan, yang diikuti faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga tingkatan terakhir dari alternatif (Saaty 1993). Hirarki suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompok yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut :

1. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

2.4.2. Kelebihan dan Kelemahan AHP

Menurut Saaty (1993) ada beberapa keuntungan menggunakan AHP sebagai alat analisis yaitu:

1. Memberi model tunggal yang mudah dimengerti, sesuai untuk persoalan yang tidak terstruktur.
2. Memadukan rancangan deduktif dan rancangan berdasarkan sistem dalam memecahkan persoalan kompleks.
3. Mencerminkan kecenderungan alami pikiran untuk memilah-milah elemen-elemen suatu sistem dalam berbagai tingkat berlainan dan mengelompokkan unsur yang serupa dalam setiap tingkat.
4. Memberi suatu skala dalam mengukur hal-hal yang tidak terwujud untuk mendapatkan prioritas.
5. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.

6. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan.
7. Memperhitungkan daya tahan atau ketahanan output analisis sensitifitas pengambil keputusan.

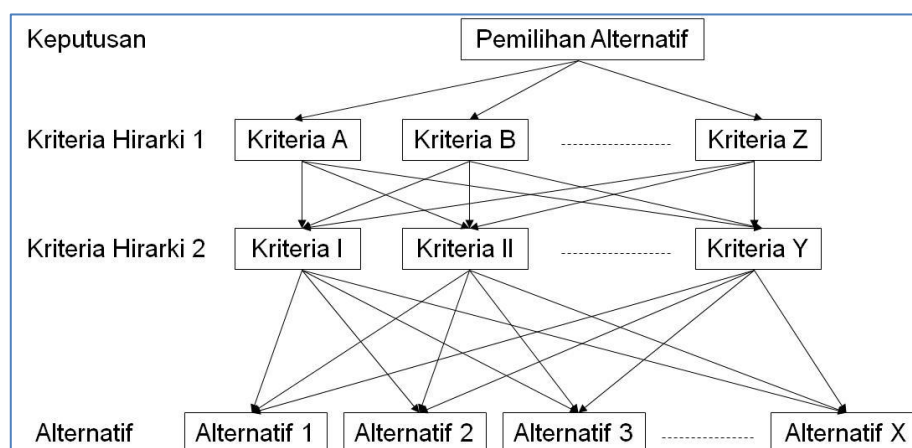
Beberapa Kelemahan dari AHP :

1. Dalam penerapannya harus melibatkan orang-orang yang memiliki pengetahuan yang cukup tentang permasalahan yang sedang dianalisa
2. AHP tidak dapat diterapkan pada suatu perbedaan sudut pandang yang sangat ekstrim di kalangan responden
3. Apabila terjadi kesalahan perbaikan keputusan, walaupun kecil maka harus dimulai lagi dari tahap awal dan memakan waktu yang relatif lama.

2.4.3. Tahapan AHP

Tahapan-tahapan dalam melakukan analisa data menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai berikut (Saaty, 1993):

1. Identifikasi sistem untuk mengidentifikasi permasalahan dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Penyusunan struktur hierarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan sub tujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah, seperti terlihat pada Gambar 2.3. Diagram *Analytical Hierarchy Process* (AHP).



Gambar 2. 3. Diagram *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

3. Perbandingan berpasangan seperti terlihat pada Gambar 2.4. *Pair-wise Comparison Matrix* , menggambarkan pengaruh relatif setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Teknik perbandingan berpasangan yang digunakan dalam AHP berdasarkan “*judgement*” atau pendapat dari para responden yang dianggap sebagai “*key person*”. Dalam hal ini C_1, C_2, \dots, C_n adalah set elemen pada satu tingkat dalam hierarki.

$$A = (a_{ij}) =$$

	C_1	C_2	C_n
C_1	1	a_{12}	A_{1n}
C_2	$1/a_{12}$	1	A_{2n}
.....
C_n	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	1

Gambar 2. 4. *Pair-wise Comparison Matrix*

Kuantifikasi pendapat dari hasil perbandingan berpasangan membentuk matriks $n \times n$. Nilai a_{ij} merupakan nilai matriks pendapat hasil perbandingan yang mencerminkan nilai kepentingan C_i terhadap C_j .

- Pengolahan horisontal, yaitu : a) Perkalian baris; b) Perhitungan vektor prioritas atau vektor ciri (*eigen vektor*); c) Perhitungan akar ciri (*eigen value*) maksimum, dan d) Perhitungan rasio inkonsistensi.
- Pengolahan vertikal, digunakan untuk menyusun prioritas pengaruh setiap elemen pada tingkat hierarki keputusan tertentu terhadap sasaran utama.
- Revisi Pendapat, dapat dilakukan apabila nilai rasio inkonsistensi pendapat cukup tinggi ($>0,1$).

Pengukuran *Consistency Index* (CI) untuk mengukur tingkat *error* dari keputusan dengan rumus:

$$CI = \frac{-n}{n-1} \quad (2.2)$$

Dengan λ = konsistensi rata-rata untuk semua alternative
 n = jumlah alternative

Semakin mendekati nilai nol (0), maka CI semakin konsisten. Selain itu rasio dari CI secara random juga dibandingkan dengan *Random Index* (RI) dikenal dengan nama *Consistency Ratio* (CR), dirumuskan sebagai berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.3)$$

Berikut ini nilai *Random Index* berdasarkan dari jumlah alternatif :

n	2	3	4	5	6	7	8
RI	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

Sebaiknya nilai $CR < 10\%$ untuk menunjukkan bahwa keputusan dapat di terima atau konsisten. (Saaty, 2000).

2.5. Matriks Analisa Risiko

Risiko harus dinyatakan dengan benar jangan sampai yang dinyatakan sebenarnya bukan risiko. Kountur (2008) berpendapat, untuk mengetahui suatu pernyataan adalah risiko, ketiga karakteristik harus ada, yaitu:

1. Merupakan suatu kejadian.
2. Kejadian tersebut mengandung kemungkinan terjadi (probabilitas).
3. Mengakibatkan kerugian jika terjadi (dampak).

Apabila suatu kejadian sudah terjadi, dan kejadian tersebut mengandung unsur kerugian maka kejadian tersebut disebut sebagai masalah. Risiko bisa diukur jika kita bisa mengetahui kemungkinan (probabilitas) terjadinya risiko dan mengetahui dampak dari risiko tersebut terhadap kinerja perusahaan. Pengukuran risiko selalu mengacu paling tidak pada dua ukuran. Ukuran pertama adalah probabilitas, dan juga digunakan istilah kemungkinan (*likelihood*)

Kesemuanya tersebut mengacu kepada seberapa besar probabilitas (P) risiko tersebut terjadi atau akan terjadi. Ukuran kedua adalah dampak (D) atau akibat, atau ukuran kuantitas risiko, yaitu ukuran seberapa besar akibat yang ditimbulkan bila risiko tersebut benar-benar terjadi. Metode aproksimasi adalah cara yang digunakan untuk mengetahui probabilitas (P) dan dampak (D) dampak

risiko, metode ini dilakukan dengan menanyakan kira-kira berapa dampak dan kemungkinan (probabilitas) dari suatu risiko kepada orang lain (Kountur, 2008).

Penetapan tingkat dampak risiko adalah dengan mempertimbangkan apakah risiko tersebut akan berdampak pada penutupan perusahaan atau perusahaan tetap hidup. Dampak risiko dapat dikategorikan menjadi kelompok dampak besar dan kecil (Djohanputro, 2008). Kategori kecil mengandung arti dampak tersebut tidak mengganggu proses bisnis di perusahaan. Kategori besar berarti dampaknya sangat berpengaruh pada proses bisnis, bahkan pada eksistensi perusahaan. Kategori probabilitas (P) menyatakan tingkat kemungkinan suatu risiko terjadi. Semakin tinggi kemungkinan risiko terjadi, semakin perlu mendapat perhatian, dan sebaliknya.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka harus dipahami konsep probabilitas tersebut, sehingga prediksi yang dilakukan tidak jauh menyimpang dari kejadian yang sesungguhnya.

Berikut adalah contoh kriteria probabilitas dan dampak risiko seperti terlihat pada Tabel 2.1. *Probability/Likelihood rating* (AS/NZS 4360:2004 *Risk Management*) dan Tabel 2.2. Dampak /*Impact* (AS/NZS 4360:2004 *Risk Management*). Tabel 2.1. *Likelihood* menggambarkan kriteria tingkatan kejadian risiko mulai dari kejadian yang sangat jarang sampai dengan yang hampir selalu terjadi. Tabel 2.2. Dampak/*Impact* menggambarkan kriteria penilaian tingkatan dari besarnya risiko yang hampir tidak menimbulkan dampak sampai tingkatan risiko yang mempunyai nilai dampak yang paling besar.

Tabel 2. 1. *Likelihood Rating* (AS/NZS 4360:2004 *Risk Management*)

Likelihood	Category	Description
Almost Certain	A	The event is expected to occur in most circumstances
Likely	B	The event will probably occur in most circumstances
Possible	C	The event should occur at some time
Unlikely	D	The event could occur at some time
Rare	E	The event may occur only in exceptional circumstances

Tabel 2. 2. Dampak /Impact (AS/NZS 4360:2004 Risk Management)

Consequence	Category	Description
Catastrophic	5	The consequence would threaten the event and the event organisation e.g. death, huge financial loss.
Major	4	The consequence would threaten the continued effective functioning of the event organisation and therefore the event e.g. major financial loss, important external resources required.
Moderate	3	The consequence would not threaten the event, but would mean that the event would be subject to manageable changes e.g. high financial loss, medical treatment required.
Minor	2	The consequence would not threaten the efficiency or effectiveness of some aspects of the event, but would be dealt with internally e.g. medium financial loss, first aid treatment.
Insignificant	1	Consequence would be dealt with by routine operations, e.g. no injuries, no financial loss.

Gambar. 2.5. *Risk Matrix Model*. Menggambarkan hasil penilaian dari probabilitas dan dampak. Hasil tersebut memberikan gambaran nilai-nilai matrik dari risiko paling kecil (*minor*) sampai dengan risiko yang paling besar (*catastrophic*).

Likelihood

Almost Certain (5)	Moderate (5)	Significant (10)	Major (15)	Catastrophic (20)	Catastrophic (25)
Likely (4)	Moderate (4)	Significant (8)	Significant (12)	Major (16)	Catastrophic (20)
Good Possibility (3)	Minor (3)	Moderate (6)	Significant (9)	Significant (12)	Major (15)
Possible (2)	Minor (2)	Moderate (4)	Moderate (6)	Significant (8)	Significant (10)
Highly Unlikely (1)	Minor (1)	Minor (2)	Minor (3)	Moderate (4)	Moderate (5)
	Minor (1)	Moderate (2)	Significant (3)	Major (4)	Catastrophic (5)

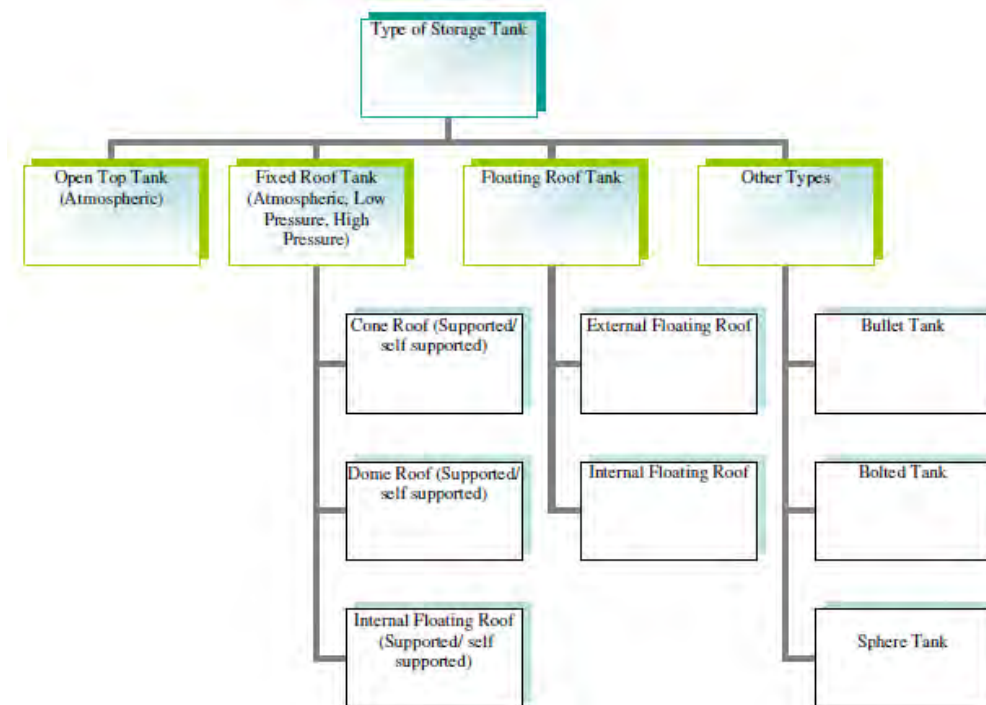
Severity

■ (20-25)	Catastrophic and Major	Risk Treatment Strategies to be implemented by Directors/College Managers and action taken reported to the Senior Policy and Risk Advisor for consolidation and reporting to Senior Management
■ (15-16)	Significant	Risk Treatment Strategies to be implemented by Directors/Colleges Managers
■ (8-12)	Moderate and Minor	Acceptable – to be managed under normal control procedures
■ (4-6)		
■ (1-3)		

Gambar 2. 5. *Risk Matrix Model* (AS/NZS 4360:2004 Risk Management)

2.6. Tangki Penimbun (*Storage Tank*)

Tangki pada dasarnya dipakai sebagai tempat penyimpanan material baik berupa benda padat, cair, maupun gas. *Storage tank* atau tangki penimbun dapat memiliki berbagai macam bentuk dan tipe seperti pada Gambar 2.6. Jenis Tangki Penimbun.



Gambar 2. 6. Jenis Tangki Penimbun (Kuan, 2009)

Jenis tangki penimbun :

1. Berdasarkan Letaknya :

- Aboveground Tank*, yaitu tangki penimbun yang terletak di atas permukaan tanah. Tangki penimbun ini bisa berada dalam posisi horisontal dan dalam keadaan tegak (*vertical tank*).
- Underground Tank*, yaitu tangki penimbun yang terletak di bawah permukaan tanah.

2. Berdasarkan Bentuk Atapnya :

- Fixed Roof Tank*, dapat digunakan untuk menyimpan semua jenis produk, seperti *crude oil*, *gasoline*, *benzene*, *fuel* dan lain – lain termasuk produk.

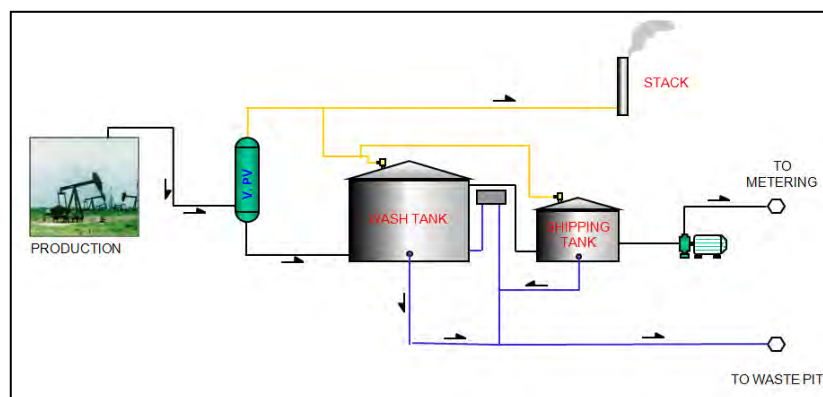
- b. *Floating Roof Tank*, yang biasanya digunakan untuk menyimpan minyak mentah dan premium. Keuntungannya yaitu tidak terdapat *vapour space* dan mengurangi kehilangan akibat penguapan.

3. Berdasarkan Tekanannya (*Internal Pressure*)

- a. Tangki Atmosferik (*Atmospheric Tank*), tangki jenis ini digunakan untuk menimbun atau menyimpan berbagai jenis fluida dengan tekanan uap rendah atau sangat rendah (mendekati atmosferik) atau dengan kata lain fluida yang tidak mudah menguap.
- b. Tangki Bertekanan (*Pressure Tank*), tangki bertekanan dapat menyimpan fluida dengan tekanan uap lebih dari 11,1 psi dan umumnya fluida yang disimpan adalah produk-produk minyak bumi.

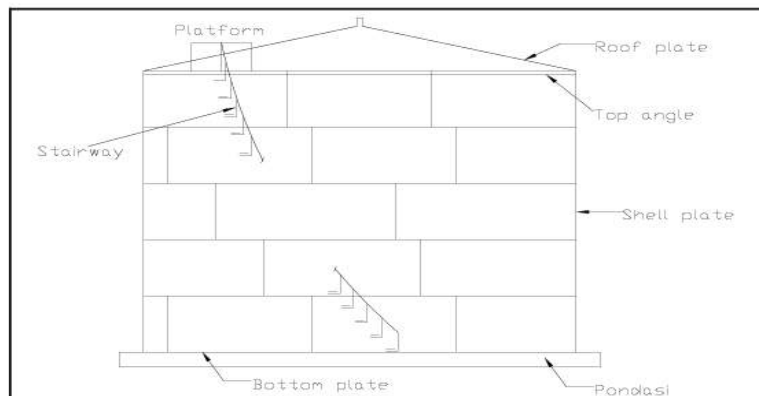
2.6.1. Pengertian *Wash Tank*

Wash Tank merupakan salah satu jenis *aboveground storage tank* dan termasuk *fix roof tank*. *Wash tank* merupakan tangki penampung sementara fluida (minyak bercampur air) dari sumur-sumur produksi setelah melewati *gas boot*, seperti terlihat pada Gambar 2.7. Posisi *Wash Tank* pada Proses Pengolahan Minyak. Gambar tersebut menggambarkan aliran fluida dari sumur produksi yang dialirkan ke stasiun pengumpul dengan pipa penyalur melalui *gas boot*, kemudian menuju ke *wash tank* untuk dilakukan penyaringan dan pemisahan antara air dan minyak, kemudian minyak akan dialirkan ke *shipping tank* yang mengandung minyak 100% dan siap dikirimkan ke tangki pengumpul untuk dijual.

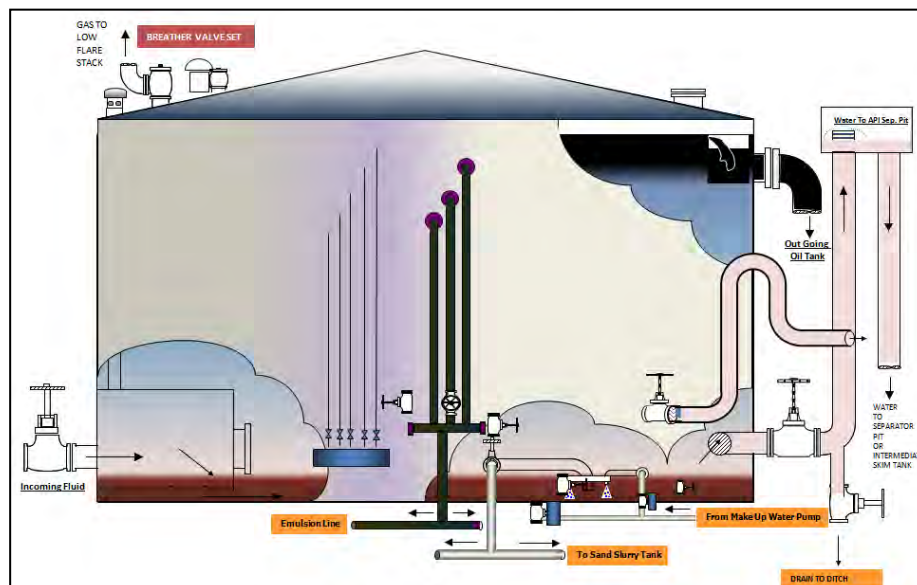


Gambar 2. 7. Posisi *Wash Tank* pada Proses Pengolahan Minyak

Gambar 2.8. *Wash Tank* Tampak Samping dan Gambar 2.11. *Wash Tank* menggambarkan bagian-bagian dari *Wash Tank* baik bagian utama yang terdiri dari *roof plate*, *shell plate*, dan *bottom plate* juga ada bagian aksesoris, seperti *platform* untuk pijakan di atas *roof plate*, *stairway* untuk naik ke *roof plate*, *manhole* untuk orang masuk, *inlet pipe* sebagai tempat masuknya fluida (minyak bercampur air dan partikel) dan *outlet pipe* sebagai tempat keluarnya minyak ke *shipping tank*.



Gambar 2. 8. *Wash Tank* Tampak Samping



Gambar 2. 9. *Wash Tank*

2.6.2. Proses Perbaikan *Wash Tank*

Proses perbaikan *Wash Tank* dilakukan berdasarkan dari analisa hasil inspeksi. Berikut ini adalah diagram alir perbaikan tangki penimbun – *Wash Tank* :



Gambar 2. 10. Diagram Alir Perbaikan *Wash Tank*

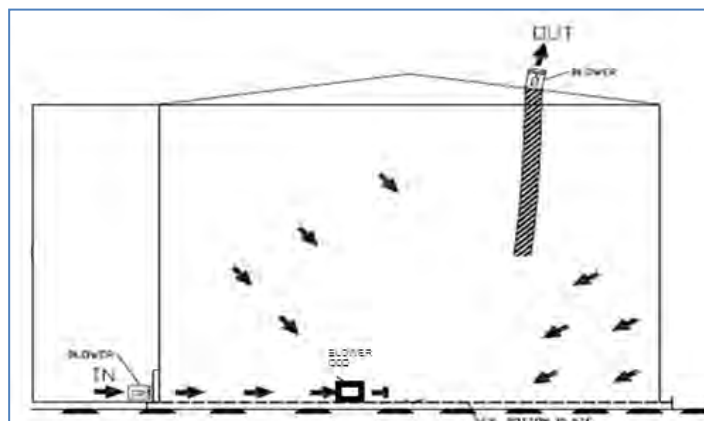
Metode perbaikan *Wash Tank* secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Survei lapangan

Sebelum melakukan pekerjaan untuk memperbaiki tangki di lokasi stasiun pengumpul, melakukan survei lapangan untuk mendapatkan gambaran mengenai constructability, accessibility, dan penempatan material, perkakas dan peralatan. Pada saat survei juga dilakukan pemeriksaan terhadap area atap tangki, melakukan pengecekan untuk pemasangan *blower* dan melakukan pengecekan serta memastikan titik elevasi berdasarkan data *plumbness* yang lama.

2. Pemasangan *Blower*

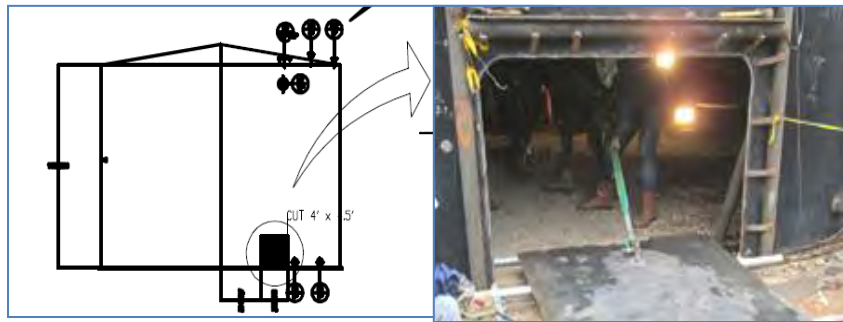
Pemasangan *blower* dilakukan pada tangki sebanyak 3 buah, 2 buah sebagai bagian yang menghembuskan udara dan yang satu diletakkan diatas *roof plate* yang berfungsi sebagai menghisap udara seperti terlihat pada Gambar. Hal ini dipasang sebelum pekerja melakukan aktifitas perbaikan di dalam tangki. Tujuan utama pemasangan *blower* agar terjadi sirkulasi udara yang baik dan menghindari terjadinya gas-gas yang mudah terbakar atau beracun terjebak di dalam tangki.



Gambar 2. 11. Pemasangan *Blower*

3. Pemotongan dinding shell untuk jalan masuk (*Door sheet*)

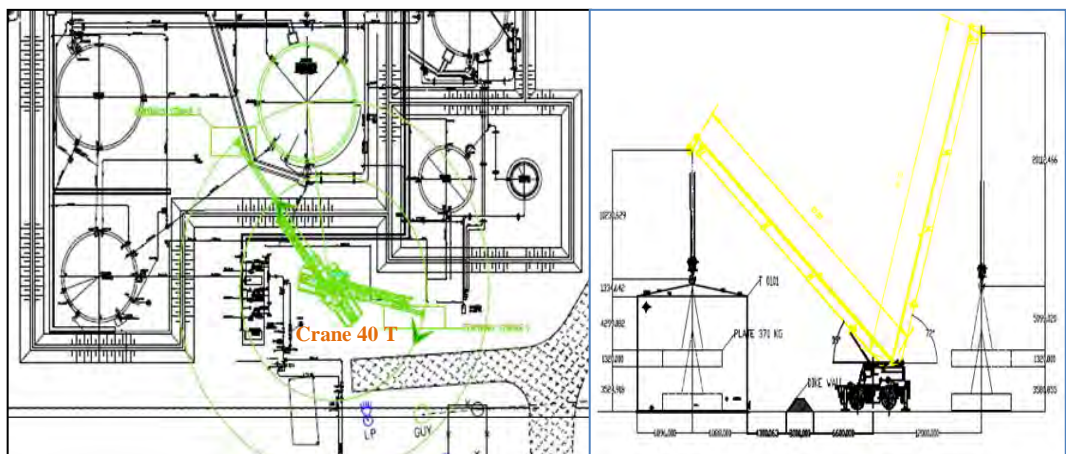
Door sheet dibuat sebagai tempat atau pintu masuk pekerja, material, perkakas, dan peralatan, seperti terlihat pada Gambar 2.12. *Door Sheet*.



Gambar 2. 12. *Door Sheet*

4. *Lifting Plan* untuk loading/unloading material

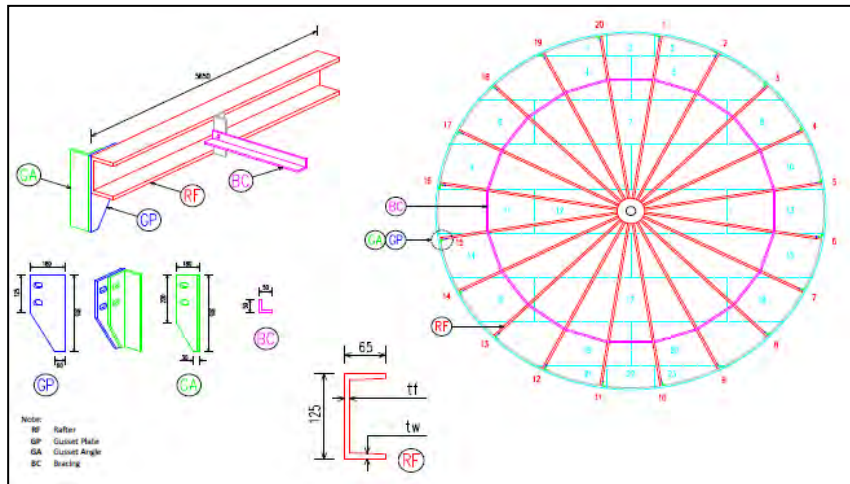
Membuat perencanaan pengangkatan dan penurunan material menggunakan *crawler crane* kapasitas 40 ton, seperti Gambar 2.13. *Lifting Plan*. Hal ini dilakukan agar pada saat pengayunan dan pengangkatan tidak mengenai peralatan atau tangki penimbun yang lain.



Gambar 2. 13. *Lifting Plan*

5. *Perbaikan Roof & Rafter*

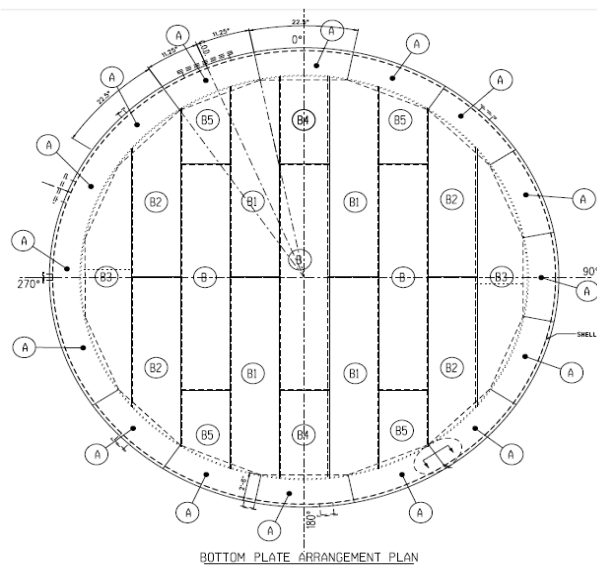
Perbaikan *rafter* pada *roof plate* dilakukan hanya pada 3 bagian *rafter* yang sudah mengalami kerusakan karena karat, seperti terlihat pada Gambar 2.14. Perbaikan *Rafter*. *Rafter* sangat penting sebagai penyokong *roof plate* dari tangki penimbun.



Gambar 2. 14. Perbaikan *Rafter*

6. Perbaikan *Bottom Plate*

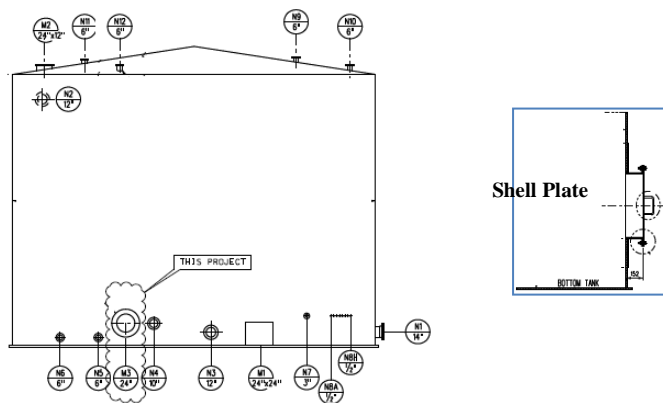
Perbaikan *bottom plate* terdiri dari perbaikan dan pemasangan *annular plate* seperti terlihat pada Gambar 2.15. Perbaikan *Bottom Plate*



Gambar 2. 15. Perbaikan *Bottom Plate*

7. Perbaikan *Shell Plate*

Perbaikan *shell plate* ada beberapa yang dilakukan yaitu perbaikan *Manhole* dan *Clean Out Door* seperti Gambar 2.16. *Manhole*



Gambar 2. 16. Manhole

8. Coating

Internal dan external coating roof, shell dan bottom plate dari Wash Tank

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan untuk mengkaji manajemen risiko pada tangki penimbun yaitu Kharisma (2010) dan Fitriana (2012).

Kharisma, (2010) melakukan penelitian mengenai evaluasi penerapan K3 proyek *upgrading* tangki timbun 61 dengan pendekatan *Fault Tree Analysis* (FTA). Penelitian ini melakukan evaluasi untuk mengidentifikasi kecelakaan pekerja, mengetahui dampak yang terjadi, serta memberikan solusi sebagai langkah antisipasi terjadinya kecelakaan. *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengetahui kombinasi penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Risiko-risiko yang terjadi pada saat proyek *upgrading* tangki seperti terlihat pada Tabel 2.3. Variabel Risiko *Upgrading* Tangki. Tabel 2.3 ini menunjukkan jenis risiko dan menunjukkan area dampak potensi terjadinya luka pada saat proses *upgrading* tangki timbun 61.

Tabel 2. 3. Variabel Risiko *Upgrading* Tangki

NO	Variabel Risiko	Luka Pada
1	Tertimpa benda	Kaki
2	Terbentur	Kepala
3	Tergelincir	Kaki

Lanjutan Tabel 2.3. Variabel Risiko *Upgrading* Tangki

NO	Variabel Risiko	Luka Pada
4	Tertusuk	Kaki
5	Tertusuk	Tangan
6	Terjatuh	Kaki, Tangan
7	Terpukul	Tangan
8	Terkena percikan las	Tangan
9	Sesak nafas	Dada
10	Tertimpa balok kayu	Kaki
11	Tertusuk besi	Tangan
12	Tergelincir	Kaki, Tangan
13	Terkena percikan las	Kaki
14	Jatuh dari ketinggian	Kaki, Tangan
15	Tersentuh aliran listrik	Tangan
16	Tertimpa benda	Kaki, Tangan
17	Tersentuh aliran listrik	Tangan
18	Tertimpa benda	Kepala

Sumber: Kharisma (2010)

Fitriana, (2012) melakukan penelitian mengenai kajian risiko keselamatan kerja pada proses *overhaul* tangki timbun L3 di PT Pertamina (Persero) Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong-Palembang. Penelitian ini mengkaji risiko keselamatan kerja pada proses *overhaul* tangki timbun yang dititik beratkan pada risiko yang mungkin terjadi pada pekerja. Penelitian ini menggunakan metode semi-kauntitatif (*risk matrix*). Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat level risiko yang berbeda bagi para pekerja, yaitu level sangat tinggi, tinggi, medium, rendah, dan dapat diterima. Variabel kecelakaan yang timbul pada saat proyek *overhaul* seperti terlihat pada Tabel 2.4. Variabel Risiko *Overhaul* Tangki.

Tabel 2. 4. Variabel Risiko *Overhaul* Tangki

No	Variabel Kecelakaan	No	Variabel Kecelakaan
1	Terbentur benda keras	5	Kepala pekerja terbentur
2	Terpeleset	6	Patah kaki
3	Tangan terjepit	7	Luka memar
4	Tangan dan kaki tertimpa peralatan	8	Kebakaran

Lanjutan Tabel 2.4. Variabel Risiko *Overhaul* Tangki

No	Variabel Kecelakaan	No	Variabel Kecelakaan
9	Terjatuh	14	Badan melepuh
10	Kaki terjepit	15	Luka bakar terkena percikan api
10	Kematian	16	Tangan terpotong
12	Tertimpa Plat	17	Patah tangan
13	Kesetrum		

Sumber: Fitriana (2012)

I Putu Arta Wiguna dan Stephen Scott (2005) dalam penelitiannya *Nature of the Critical Risk Factors Affecting Project Performance in Indonesian Building Contracts*, meneliti mengenai risiko-risiko yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pelaksanaan dan pembiayaan yang berlebih (*overrun*) yang akan mempengaruhi performance dari sebuah proyek. Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi pembangunan 22 gedung di Jawa Timur dan Bali. Penilaian risiko ini berdasarkan pada kemungkinan risiko yang terjadi (*Probability*) dan Dampak (*Impact*) yang berpengaruh terhadap biaya dan waktu, dan juga mempertimbangkan bobot (*weight*) dari tingkat risiko menggunakan *pair-wise comparison* yang merupakan bagian dari *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode ini akan menghasilkan *Project Risk Index* atau *Level Risk Factor* yang akan memberikan nilai sebagai dasar perbandingan risiko yang paling berpengaruh terhadap biaya dan waktu pelaksanaan proyek.

2.8 Sintesa Variabel Risiko

Proses perbaikan *Wash Tank* mempunyai relevansi dengan penelitian-penelitian sebelumnya karena mempunyai kesamaan obyek yang diperbaiki dan proses pekerjaannya. Pada *overhaul* tanki (Fitriana, 2012) mempunyai proses perbaikan yang hampir sama sehingga variabel risiko yang mungkin terjadipun hampir sama. Sehingga variabel pada proses dapat digunakan sebagai acuan atau data sekunder bagi penelitian ini. Dari hal tersebut maka diperoleh identifikasi kejadian risiko pada setiap proses, seperti terlihat pada Tabel 2.5. Identifikasi Variabel Risiko Perbaikan *Wash Tank*. Pada Tabel 2.5 menunjukkan hubungan antara risiko perbaikan *Wash Tank* dengan tangki timbun pada penelitian sebelumnya.

Tabel 2. 5. Identifikasi Variabel Risiko Perbaikan *Wash Tank*

No	Identifikasi Awal Risiko	No	Variabel Risiko
1	Pemasangan <i>blower</i>	1	Terjatuh dari atap
		2	Terjepit <i>blower</i>
		3	Tersengat listrik
2	Pembukaan <i>door sheet</i>	1	Terjepit
		2	Tersengat listrik
		3	Terkena paparan panas pengelasan
3	<i>Repair roof</i> dan <i>rafter</i>	1	Terjatuh dari atap
		2	Terbakar karena pengelasan
		3	Tersengat listrik
		4	Terkena paparan panas matahari
		5	Terkena paparan asap dari pengelasan
4	<i>Bottom plate repair</i>	1	Tersandung
		2	Terbakar karena pengelasan
		3	Terkena paparan asap dari pengelasan
		4	Kepala terbentur
		5	Terjepit
		6	Tersengat listrik
5	<i>Shell plate repair</i>	1	Terbakar karena pengelasan
		2	Tersengat listrik
		3	Terjepit
		4	Kepala terbentur
		5	Terkena paparan asap dari pengelasan
6	<i>Coating</i>	1	Terjatuh
		2	Sesak nafas karena debu <i>sand blast/coating</i>
		3	Tersengat listrik mesin <i>sand blast</i>
		4	Pingsan
		5	Lemas/ dehidrasi karena terpapar panas dalam tangki

2.9 Posisi Penelitian

Penelitian yang dilakukan jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu yaitu:

1. Pada penelitian sebelumnya permasalahan yang dibahas adalah melakukan evaluasi manajemen risiko dengan menganalisa tingkat keseringan dan dampak kecelakaan kerja. Sedangkan dalam penelitian ini akan dilakukan analisa resiko pada setiap proses perbaikan *Wash Tank* dengan menghitung bobotnya.
2. Pendekatan penelitian-penelitian sebelumnya dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* dan juga *Risk Matrix*. Sedangkan penelitian ini dengan menggunakan kombinasi antara *pairwise comparison-Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Risk Matrix*, sehingga akan didapatkan tingkat risiko yang berbeda-beda pada setiap prosesnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah studi kasus untuk meneliti suatu obyek yang hasilnya nanti bisa digunakan sebagai referensi untuk melakukan pekerjaan yang sejenis, sehingga bisa menghasilkan tujuan yang lebih baik dari sisi keselamatan, biaya, waktu dan kualitas.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan identifikasi risiko yang terjadi dalam pekerjaan proyek perbaikan tangki penimbun, yang terdiri dari data primer dan data sekunder.

3.2.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat secara langsung dari obyek penelitian yang dilakukan dengan cara:

1. Data yang diambil langsung dari lapangan, kondisi proses pekerjaan proyek perbaikan tangki penimbun.
2. Data yang diambil berdasarkan dari hasil diskusi atau wawancara dengan para ahli yang sudah berpengalaman dalam melakukan perbaikan tangki penimbun dan juga dengan *expert judgement* melalui kuisisioner untuk mendapatkan bobot dari masing-masing faktor yang akan menjadi nilai acuan dalam penilaian risiko.

3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data berbentuk naskah tertulis atau dokumen yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan oleh pihak tertentu (Umar, 2000). Data sekunder didapat dari kajian literatur yaitu untuk mendapatkan variable risiko dalam pra konstruksi sebagai pendekatan awal yang digunakan untuk memperoleh

variable yang utama. Adapun data sekunder yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data proyek pekerjaan yang sejenis yang pernah dilakukan, di dapatkan dari kontraktor dan departemen lain di PT. XYZ
2. Data proyek, seperti gambar (*wash tank*, P&ID, *Issue For Construction Drawing*), hasil inspeksi *Wash Tank*, perkiraan biaya, jadwal, dan *Engineering Work Package* yang diperoleh dari bagian Engineering PT.XYZ.
3. Data pendukung lain yang didapatkan dari literatur/standar dan hasil penelitian / jurnal yang telah dipublikasikan

3.2.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan dokumen

Melakukan pemeriksaan terhadap data-data proyek terdahulu yang hampir sama dengan perbaikan tangki penimbun *Wash Tank* di PT. XYZ.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada personil yang terlibat dalam pelaksanaan proyek perbaikan tangki penimbun sebagai obyek penelitian ini. Kriteria personil yang diwawancarai adalah yang mengetahui proyek perbaikan tangki dan sudah berpengalaman dalam melakukan pekerjaan perbaikan tangki penimbun serta yang memahami rancang bangun dan risiko dengan baik pada proses perbaikan tangki penimbun, antara lain : *Project Manager, Project Engineer, Constructin Engineer, Facility Owner, Supervisor, Contractor Manager*, para ahli yang mempunyai sertifikasi API 653.

Tujuan dari wawancara ini untuk melakukan verifikasi mengenai risiko yang mungkin terjadi dan pernah terjadi dan juga untuk memberikan masukan dalam melakukan pembobotan, penilaian probabilitas dan juga kemungkinan dampak yang terjadi jika risiko tersebut terjadi.

Wawancara dilakukan pada waktu yang berbeda dengan dilakukannya kuisioner/survei.

3. Kuisisioner

Kuisisioner dilakukan dalam menentukan identifikasi variable risiko berdasarkan data identifikasi risiko penelitian terdahulu yang hampir sama. Tujuan dari kuisisioner ini adalah untuk mendapatkan relevansi antara identifikasi awal risiko/variabel risiko berdasarkan penelitian terdahulu dan data royek sebelumnya terhadap proyek perbaikan *Wash Tank*.

Responden survei/kuisisioner adalah tim inti proyek yang melaksanakan perbaikan tangki penimbun, *Project Manager*, *Facility Owner*, *Project Engineer*, dan *Construction Engineer*.

Dalam rangka untuk mendapatkan nilai probabilitas dan dampak suatu variabel maka dilakukan survei dengan menyebar kuisisioner kepada responden.

Responden survei/kuisisioner ini adalah tim inti proyek yang melaksanakan perbaikan tangki penimbun, *Project Manager*, *Facility Owner*, *Project Engineer*, dan *Construction Engineer*, *Contractor Project Manager*, *Contractor Supervisor*, *HES Officer* pada proyek perbaikan tangki penimbun *Wash Tank* dan juga tenaga ahli dari luar tim proyek (pengalaman lebih dari 5 tahun di bidang perbaikan tangki penimbun dan tenaga ahli yang mempunyai sertifikat API 653).

4. *Focus Group Discussion* (FGD)

Berdasarkan dari data hasil kuisisioner pendahuluan, data identifikasi risiko disusun secara sistematis untuk didiskusikan bersama dalam *Focus Group Discussion* (FGD) untuk menghasilkan daftar risiko yang disepakati bersama sebagai variable risiko dan juga untuk menentukan probabilitas serta dampak yang kemungkinan terjadi dan juga sebagai dasar pembuatan atau validasi variabel risiko untuk kuisisioner.

Focus Group Discussion (FGD) dilakukan juga untuk melakukan validasi dari hasil akhir analisa data *level risk* pada proyek perbaikan tangki penimbun – *Wash Tank* dan juga untuk melakukan diskusi untuk membuat *risk response plan*.

3.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah tim inti proyek dan tenaga ahli yang terlibat dalam proyek ini. Tenaga ahli yang dimaksud adalah orang yang sudah berpengalaman dalam hal proyek perbaikan tangki penimbun (*storage tank*) dan juga mendapat sertifikat API 653 (*Storage Tank Inspector*). Tim inti proyek ini adalah *Project Manager, Facility Owner, Project Engineer, Construction Engineer, Contractor Project Manager, Contractor Supervisor, HES Officer, HES Site Officer, Welder*. Sampel dalam penelitian ini adalah tim inti proyek yang melaksanakan proyek perbaikan *Wash Tank* ini ditambah beberapa tenaga ahli yang mempunyai pengalaman di proyek yang sejenis penelitian ini.

Tabel 3. 1. Perkiraan Jumlah Sampel

No	Responden	Perkiraan Jumlah
1	Tim inti proyek yang melaksanakan proyek perbaikan <i>Wash Tank</i>	10
2	<i>Project Manager, Facility Owner, Project Engineer, Construction Engineer, Contractor Project Manager, Contractor supervisor, HES Officer</i>	5-10
3	Tenaga ahli dari luar tim proyek (pengalaman lebih dari 5 tahun di bidang perbaikan tangki penimbun dan tenaga ahli yang mempunyai sertifikat API 653)	3-5
4	Perkiraan total sampel	18 - 25

3.4. Instrumen Penelitian

3.4.1. Variabel Penelitian

Variabel dari penelitian ini adalah risiko – risiko yang mungkin terjadi selama proses perbaikan *Wash Tank* yang dapat menghambat tercapainya sasaran, pekerjaan yaitu dilakukan dengan selamat, tepat mutu, biaya dan waktu. Berdasarkan pengalaman, diskusi awal dan beberapa literatur dilakukan komparasi

atau matrikulasi risiko-risiko yang terjadi dalam suatu proyek konstruksi atau perbaikan tangki penimbun.

Berikut gambaran awal risiko-risiko yang mungkin terjadi yang didapatkan dari :

1. Penelitian terdahulu
 - Fitriana (2012), melakukan penelitian mengenai risiko keselamatan kerja pada proses *overhaul* tangki timbun L3 dengan pendekatan *risk matrix*.
 - Kharisma (2010), melakukan evaluasi penerapan K3 proyek *upgrading* tangki timbun 61 dengan pendekatan *Fault Tree Analysis* (FTA).
2. *Focus Group Discussion* (FGD) dengan tenaga ahli yang sudah berpengalaman.
3. Data-data sebelumnya yang terkait dengan tangki timbun.

Detail variabel risiko dapat dilihat pada bab 2, yaitu pada sub bab 2.7. Sintesa Variabel Relefansi.

Tabel 3. 2. Identifikasi Risiko

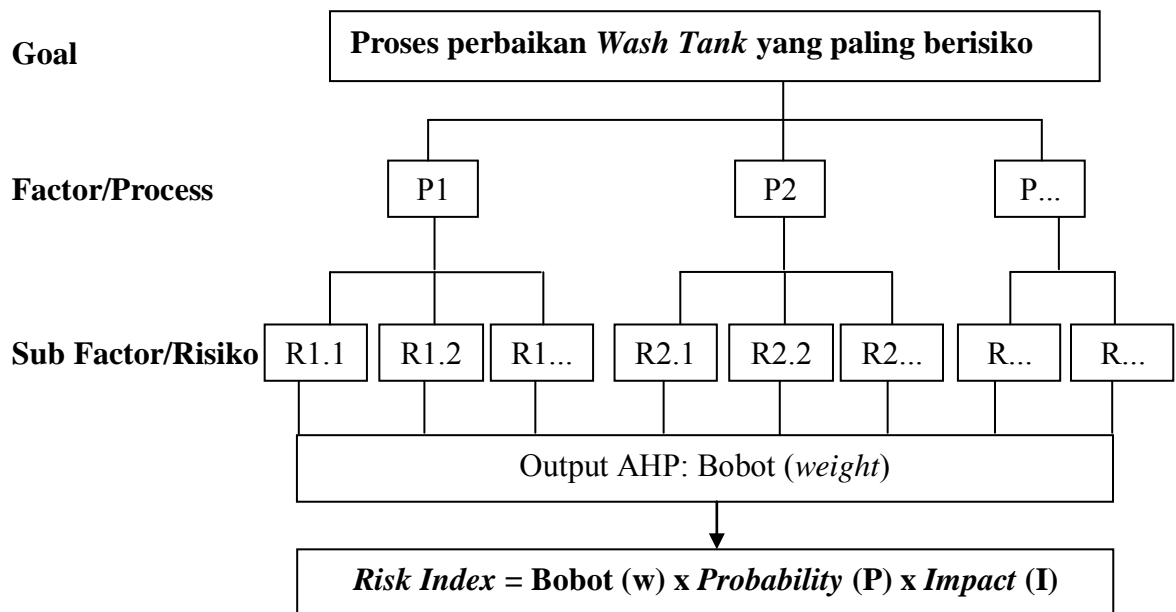
No	Identifikasi Awal Risiko	No	Variabel Risiko
P.1	Pemasangan <i>blower</i>	R1.1	Terjatuh dari atap
		R1.2	Terjepit <i>blower</i>
		R1.3	Tersengat listrik
P.2	Pembukaan <i>door sheet</i>	R2.1	Terjepit
		R2.2	Tersengat listrik
		R2.3	Terkena paparan panas pengelasan
P.3	<i>Repair roof dan rafter</i>	R3.1	Terjatuh dari atap
		R3.2	Terbakar karena pengelasan
		R3.3	Tersengat listrik
		R3.4	Terkena paparan panas matahari
		R3.5	Terkena paparan asap dari pengelasan
P.4	<i>Bottom plate repair</i>	R4.1	Tersandung
		R4.2	Terbakar karena pengelasan
		R4.3	Terkena paparan asap dari pengelasan

Lanjutan Tabel.3.2. Identifikasi Risiko

No	Identifikasi Awal Risiko	No	Variabel Risiko
		R4.4	Kepala terbentur
		R4.5	Terjepit
		R4.6	Tersengat listrik
P.5	<i>Shell plate repair</i>	R5.1	Terbakar karena pengelasan
		R5.2	Tersengat listrik
		R5.3	Terjepit
		R5.4	Kepala terbentur
		R5.5	Terkena paparan asap dari pengelasan
P.6	<i>Coating</i>	R6.1	Terjatuh
		R6.2	Sesak nafas karena debu <i>sand blast/coating</i>
		R6.3	Tersengat listrik mesin <i>sand blast</i>
		R6.4	Pingsan
		R6.5	Lemas/ dehidrasi karena terpapar panas dalam tangki

3.4.2. Analisa Variabel

Pengukuran variabel tingkat risiko (*Risk Index*) seperti terlihat pada Gambar 3.1. Hierarki Perhitungan *Risk Index* dengan melakukan pengukuran bobot (*weight*) dengan menggunakan metode *pair-wise comparison*-AHP. Hasil perhitungan bobot dikalikan dengan pengukuran probabilitas dan dampak yang dihitung dengan rumus 2.1. Tingkat kriteria pertama adalah proses (P) pada perbaikan tanki dan untuk subkriteria adalah risiko (R) dari setiap proses. Langkah pertama adalah melakukan pembobotan terhadap proses terlebih dahulu kemudian risiko. Hal ini dilakukan karena proses merupakan indikator yang penting pada proyek pekerjaan perbaikan tangki penimbun. Setelah bobot proses dan bobot risiko pada setiap proses didapat, maka dilakukan perkalian gabungan antar proses terhadap risiko dan kemudian dinormalisasikan sehingga hasil total perkalian normalisasi antara proses dan risikonya adalah 1 atau 100%. Dari hasil normalisasi inilah akan di dapatkan bobot risiko yang dijadikan dasar perhitungan *risk index*.



Gambar 3. 1. Hierarki Perhitungan *Risk Index*

Konsep perhitungan atau penentuan probabilitas dalam menentukan risiko atau kerugian menggunakan matrik analisa risiko. Kriteria dalam pengukuran probabilitas dampak kejadian dihasilkan dari focus group discussion diantara para ahli yang sudah berpengalaman dan berdasarkan historikal data. Diskusi dilakukan antara para ahli tangki penimbun PT.XYZ dengan perusahaan kontraktor spesialis perbaikan tangki. Penilaian dan pengukuran probabilitas diberi nilai 1 sampai dengan 5 untuk menunjukkan probabilitas dari tingkat yang sangat rendah sampai dengan sangat tinggi kemungkinan risiko terjadi, seperti terlihat pada Tabel 3.3. Penilaian Level Probabilitas Risiko. Kriteria probabilitas dinilai dari prosentase kemungkinan risiko itu terjadi. Nilai prosentase kejadian didasarkan dari hasil diskusi para ahli dan juga dari data pengalaman (*historical data*) mengenai tingkat keseringan kejadian-kejadian risiko pada saat perbaikan tangki penimbun dimasa lalu.

Tabel 3. 3. Penilaian Level Probabilitas Risiko

Tingkat /Level	Kemungkinan kejadian risiko / Probabilitas risiko terjadi	Kriteria Level Probabilitas	Nilai Variabel
A	Sangat Tinggi (<i>almost certain</i>)	Risiko yang hampir pasti terjadi , dengan nilai probabilitas > 85%	5
B	Tinggi (<i>likely</i>)	Risiko yang kemungkinan besar terjadi , dengan nilai probabilitas > 60% s/d 85%	4
C	Sedang (<i>possible</i>)	Risiko yang kemungkinan terjadi (sesekali) , dengan nilai probabilitas > 40% s/d 60%	3
D	Rendah (<i>unlikely</i>)	Risiko yang kemungkinan terjadi kecil , dengan nilai probabilitas > 20% s/d 40%	2
E	Sangat rendah (<i>rare</i>)	Risiko yang hampir pasti tidak terjadi , dengan nilai probabilitas 0 s/d 20%	1

Sumber: Data olahan (2013)

Pengukuran nilai dampak ditentukan dengan nilai 1 sampai dengan 5 untuk menunjukkan kriteria yang sangat rendah sampai dengan yang sangat tinggi, seperti terlihat pada Tabel 3.4. Penilaian Dampak Risiko. Penilaian dampak dilihat dari dampak yang mengakibatkan sebuah ancaman kerugian baik dari sisi keselamatan maupun keuangan pada sebuah organisasi/perusahaan bila risiko tersebut terjadi. Nilai dampak atau akibat dari kejadian juga di dasarkan dari hasil diskusi para ahli dan juga dari data pengalaman (*historical data*) mengenai tingkat keseringan kejadian-kejadian risiko pada saat perbaikan tangki penimbun dimasa lalu.

Tabel 3. 4. Penilaian Dampak Risiko

Dampak risiko / Efek risiko	Kriteria Dampak	Nilai Variabel
Sangat Tinggi (<i>catostrophic</i>)	Akibat yang terjadi akan memberi ancaman yang sangat besar dan berdampak pada organisasi/perusahaan, seperti: kematian, kerugian biaya yang sangat besar. - <i>Efek biaya yang terjadi > 200 juta rupiah setiap kejadian.</i>	5

Lanjutan Tabel 3. 4. Penilaian Dampak Risiko

Dampak risiko / Efek risiko	Kriteria Probabilitas	Nilai Variabel
Tinggi (<i>major</i>)	Akibat yang terjadi akan memberi ancaman yang besar pada organisasi fungsional perusahaan, seperti kerugian biaya yang besar, dibutuhkan sumberdaya luar yang penting <i>-Efek biaya yang terjadi 100 - 200 juta rupiah setiap kejadian.</i>	4
Sedang (<i>moderate</i>)	Akibat yang terjadi mungkin tidak memberi ancaman yang berarti, dimana ancaman tersebut bisa di kelola dengan perubahan, seperti kerugian biaya yang tinggi, dibutuhkan perawatan kesehatan. <i>-Efek biaya yang terjadi 50 - 100 juta rupiah setiap kejadian.</i>	3
Rendah (<i>minor</i>)	Akibat yang terjadi mungkin tidak memberi ancaman pada ke efektifan dan efisiensi untuk beberapa aspek, hal tersebut bisa diselesaikan secara internal, seperti kerugian biaya menengah, dibutuhkan perawatan pertolongan pertama. <i>-Efek biaya yang terjadi 25 - 50 juta rupiah setiap kejadian.</i>	2
Sangat rendah (<i>insignificant</i>)	Akibat yang dapat diselesaikan dengan pemeriksaan rutin, seperti tidak ada injuri atau kerugian biaya yang berarti. <i>-Efek biaya yang terjadi < 25 juta rupiah setiap kejadian.</i>	1

Sumber: Data olahan (2013)

3.5. Analisa Data

3.5.1. Penentuan Nilai Probabilitas dan Dampak Risiko

Berdasarkan data kuisioner, wawancara, dan diskusi selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan metode pengambilan nilai rata-rata untuk setiap nilai probabilitas dan dampak. Untuk nilai hasil rata-rata yang tidak bulat maka dibulatkan sesuai Table 3.5. Pembulatan Hasil Analisa Data. Nilai sampel yang tidak bulat kemungkinan besar terjadi karena jumlah sampel berkisar 20-30.

Tabel 3. 5. Pembulatan Hasil Analisa Data

Hasil Nilai	$1 \leq x < 1.5$	$1.5 \leq x < 2.5$	$2.5 \leq x < 3.5$	$3.5 \leq x < 4.5$	$4.5 \leq x < 5$
Rata-Rata		2.5	3.5	4.5	
Nilai Pembulatan	1	2	3	4	5

3.5.2. Penentuan *Weight Risiko* dengan Metode *Pair-wise Comparison*

Berdasarkan data yang di dapatkan dari kuisisioner kemudian dilakukan pengolahan data yaitu:

1. Membuat *hierarchy process* dan faktor-faktor risiko
2. Membuat pembobotan dengan cara matrik berpasangan (*pairwise comparison*)
3. Menghitung *Consistency Index* (CI) untuk mengukur error dari keputusan. Nilai CI semakin mendekati nilai nol (0) maka CI semakin konsisten
4. Menghitung *Consistency Ratio* (CR). Sebaiknya $CR < 10\%$ untuk menunjukkan bahwa keputusan dapat diterima atau konsisten (Saaty, 2000)

3.5.3. Penentuan Tingkat Risiko

Hasil bobot (*weight*) berdasarkan dari analisa menggunakan *pair-wise comparison* dan pengolahan *risk matrix* selanjutnya menentukan tingkat risiko (*Risk Index*) pada setiap faktor, dengan menggunakan rumus 2.1. Membuat analisa pembahasan mengenai dominan risiko.

3.5.4. Membuat Respon Risiko Berdasarkan Tingkat Risiko

Berdasarkan hasil penentuan tingkat risiko selanjutnya dilakukan tindakan atau respon untuk memperkecil atau menghindari terjadinya risiko hingga sampai tingkat yang di terima, yaitu sesuai dengan keputusan manajemen (*Management Decission*).

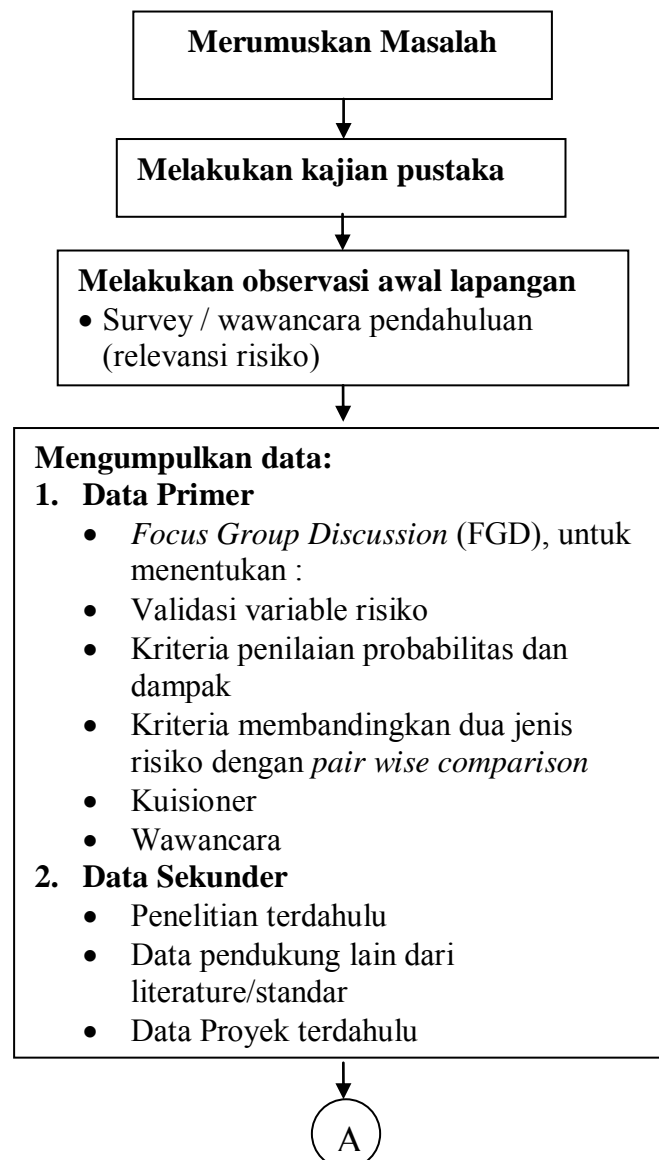
Beberapa langkah untuk melakukan respon terhadap resiko yaitu dengan cara menghindari risiko (*avoidance*), memindahkan risiko (*transference*), mengurangi risiko (*reduce*), dan menerima risiko (*acceptance*).

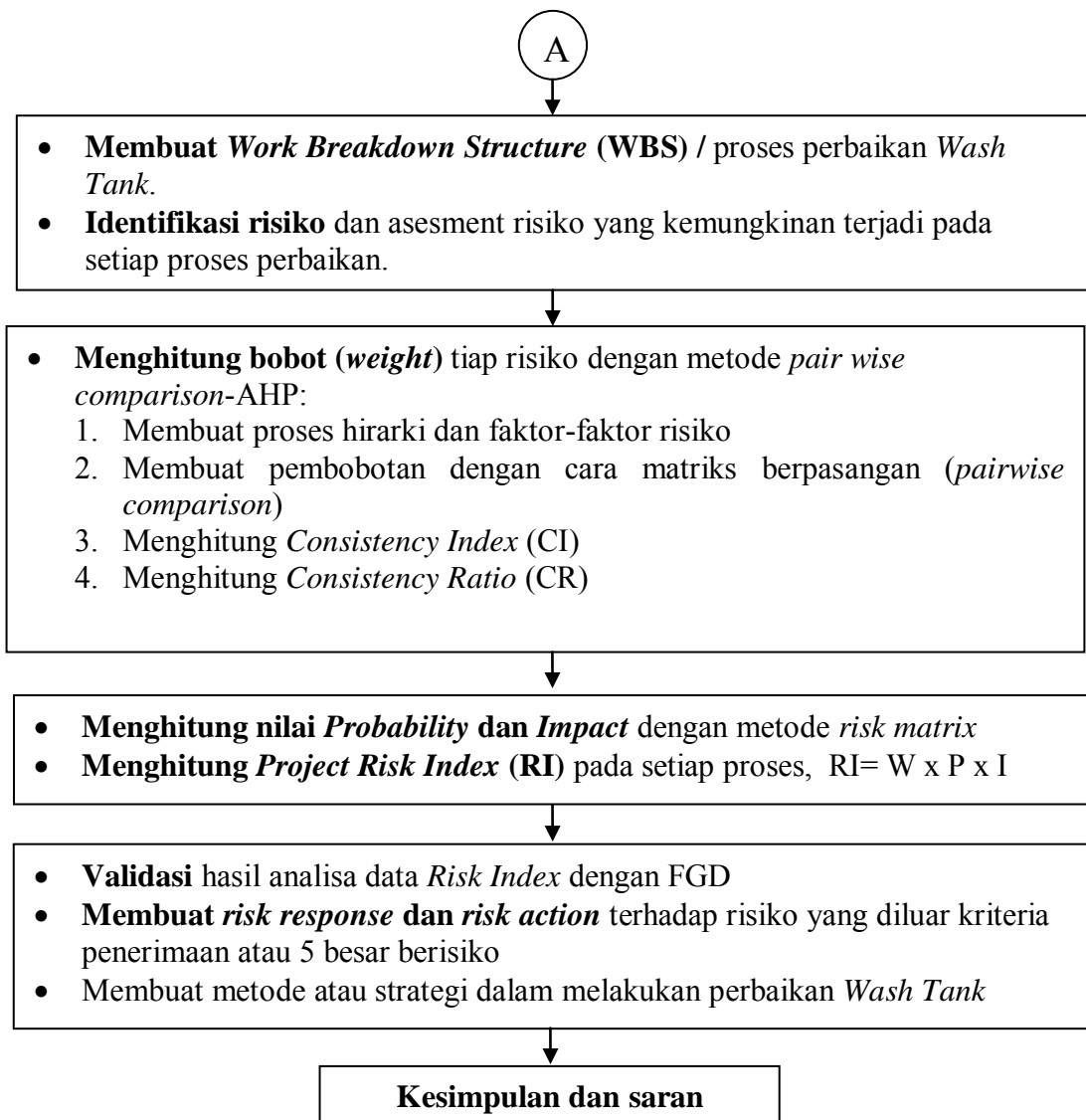
PMI, (2000) bahwa *risk response* terdiri dari:

- a. Identifikasi risiko, deskripsi resiko, daerah proyek yang terkena dampak, penyebab dan dampaknya terhadap kualitas proyek.
- b. Hasil dari asesmen dan analisa risiko
- c. Aktivitas penanggulangan yang di ambil pada tiap-tiap risiko
- d. Tingkat atau nilai risiko yang diperbolehkan setelah *risk respon* dilakukan
- e. Biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *risk repon*
- f. Penanggung jawab (*person in charge*)

3.6. Alur Penelitian

Berikut ini adalah tahapan-tahapan penelitian secara garis besar:





BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengolahan data hasil dari pengumpulan data yang telah dilakukan, kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan tingkat risiko (*risk level*).

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari kusioner untuk mendapatkan nilai bobot (*weight*), probabilitas, dan dampak risiko pada pekerja pada saat proyek perbaikan tangki berlangsung. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari data perusahaan mengenai spesifikasi *Wash Tank* dan dokumen lainnya.

4.1.1 Data Spesifikasi Obyek Penelitian

Obyek pada penelitian ini adalah *Wash Tank* di Stasiun Pengumpul “S” dengan spesifikasi seperti pada Tabel 4.1. Spesifikasi *Wash Tank*. Data spesifikasi ini akan menunjukkan gambaran mengenai ukuran, umur, tekanan, dan temperatur *Wash Tank*.

Tabel 4. 1. Spesifikasi *Wash Tank*

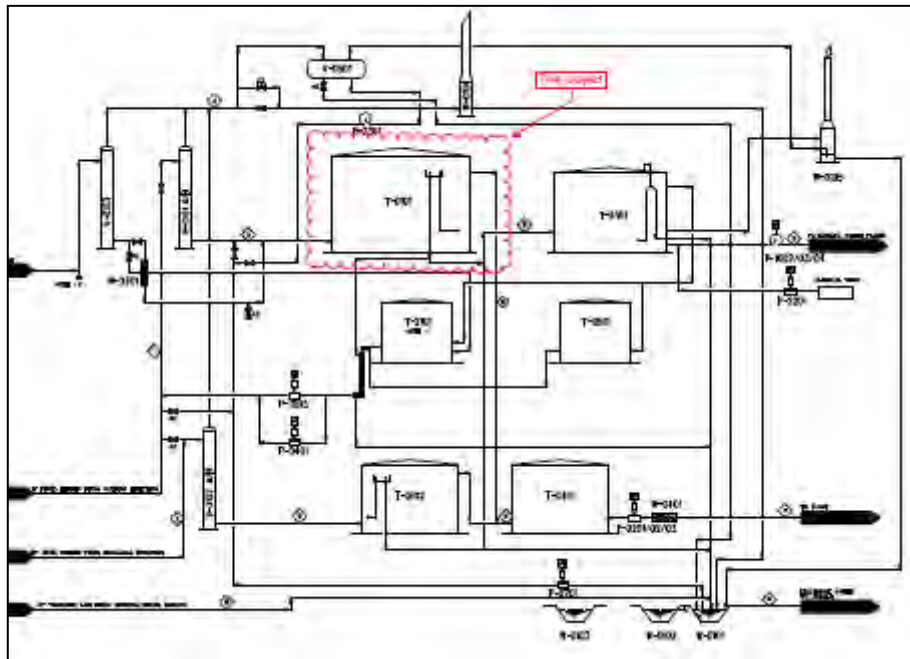
TANK	
Tank ID	Wash Tank
Year Built	1949
Diameter	40 ft (12.19 M)
Tinggi	30 ft (9.14 M)
Design Liquid Level	26 ft (7.92 M)
Maximum Operating Temperature	< 200 ⁰ F (90 ⁰ C)
Maximum Operating Pressure	3 Psig
Content	Produce Fluid
Kapasitas	6,000 BBL
Tipe	Fixed Roof

Lanjutan Tabel 4.1. Spesifikasi *Wash Tank*

ROOF	
Ketebalan plat	6 mm
Joint	Lap Weld
Akses	Stairway
Coating	Ya
SHELL	
Jumlah course	6
Joint	Butt Weld
Insulasi	Tidak ada
Coating	ya

Posisi *Wash Tank* terletak pada stasiun pengumpul seperti terlihat pada Gambar 4.1. Posisi *Wash Tank* di Stasiun Pengumpul “S”. Peralatan yang lain yang mendukung terjadinya pengolahan minyak mentah antara lain :

1. ***Gas Boot*** : Tempat pemisahan antara gas dan liquid. Liquid akan disalurkan ke *Wash Tank*
2. ***Shipping Tank*** : Tempat ditampungnya minyak siap jual setelah dipisahkan dari air di wash tank
3. ***Skimming Tank***: Tempat penampungan sementara minyak sebelum dilakukan pengujian atau masuk ke *Test Tank*
4. ***Test Tank***: Tempat dilakukan pengujian kualitas terhadap minyak *crude oil*
5. ***Gas Stack***: Tempat penampungan atau mengalir gas buang dari gas boot
6. ***Flare Stack***: Tempat dibakarnya gas buang dari *wash tank* dan *shipping tank*

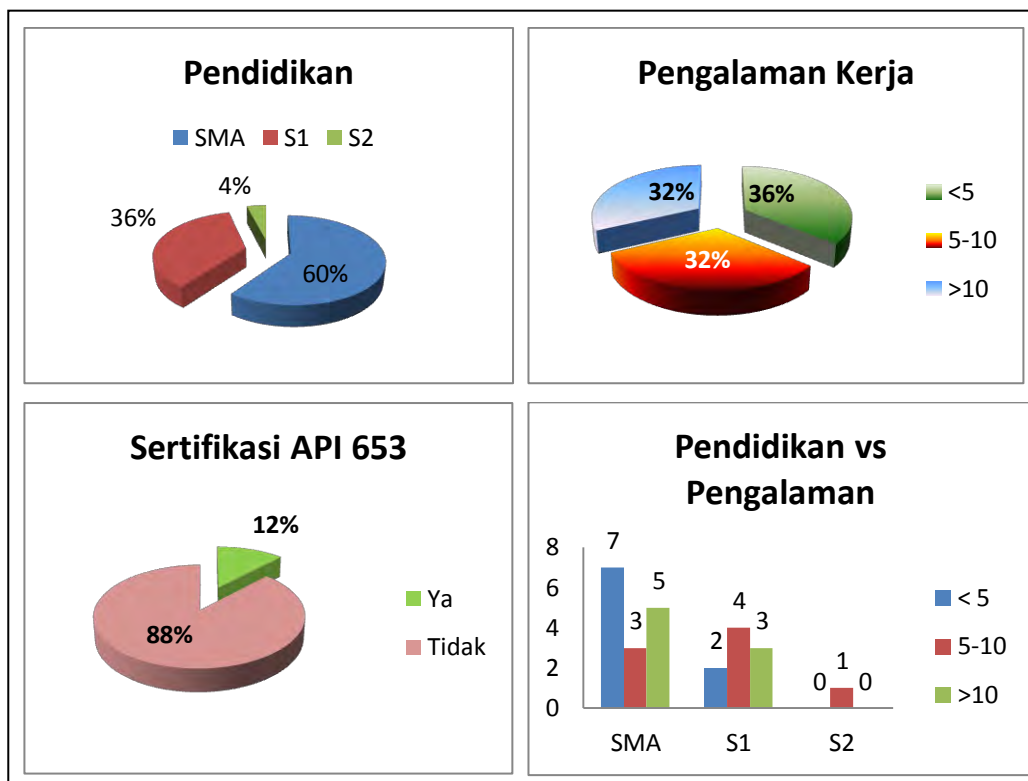


Gambar 4. 1. Posisi *Wash Tank* di Stasiun Pengumpul “S”

4.1.2 Profil Responden Penelitian

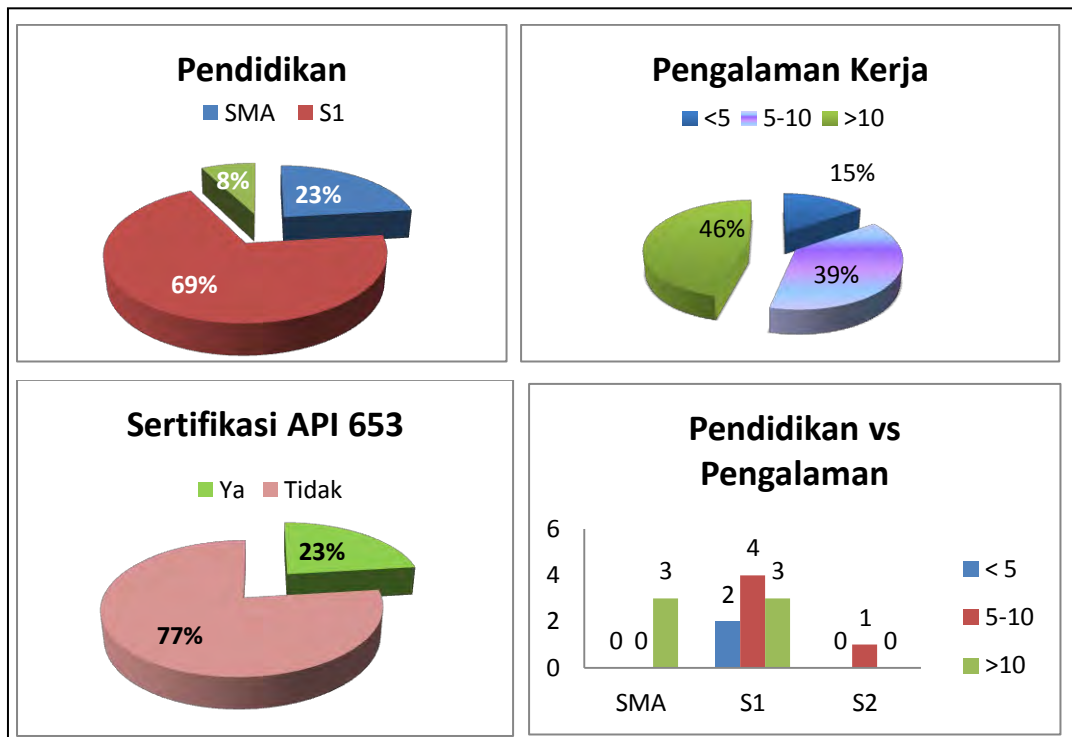
Data awal proses dan kriteria risiko ditentukan berdasarkan *Focus Group Discussion* (FGD) sebagai tim yang melakukan validasi dan nantinya dijadikan dasar untuk kuisiner. Kuisiner dilakukan pada tim proyek perbaikan tangki dan juga tenaga ahli yang sudah berpengalaman dalam hal proyek konstruksi perbaikan tangki dan inspeksi. Ada dua kriteria responden dalam melakukan kuisiner untuk mendapatkan data bobot, probabilitas, dan dampak, yaitu:

1. Jumlah responden 25 untuk kuisiner penilaian terhadap probabilitas dan dampak. Responden terdiri dari tim proyek konstruksi perbaikan tangki, *Project Manager*, *Project Engineer*, *Construction Engineer*, *Construction Project Manager*, *Construction Site Manager*, *Construction HES Officer*, Tenaga Ahli berpengalaman diluar proyek, dan Tenaga Ahli yang bersertifikat API 653. Gambar 4.2. Data Responden Probabilitas & Dampak, menunjukkan mengenai profil dari para responden, dari pendidikan, pengalaman kerja dan sertifikasi API 653 serta tingkat pendidikan dan pengalamannya.



Gambar 4. 2. Data Responden Probabilitas dan Dampak

2. Jumlah responden 13 untuk kuisioner penilaian terhadap bobot dengan metode *pairwise comparison*. Responden terdiri dari *Project Manager*, *Project Engineer*, *Construction Engineer*, *Construction Project Manager*, *Construction Site Manager*, *Project Supervisor*, *Construction HES Officer*, Tenaga Ahli berpengalaman diluar proyek, dan Tenaga Ahli yang bersertifikat API 653 (*Tank Inspector*). Gambar 4.3. Data Responden Pembobotan, menunjukkan mengenai profil dari para responden, dari pendidikan, pengalaman kerja dan sertifikasi API 653 serta tingkat pendidikan dan pengalamannya.



Gambar 4. 3. Data Responden Pembobotan

Berikut adalah profile dari masing-masing responden:

1. *Project Manager* : Tugas bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek dari fase design sampai dengan proyek selesai, terutama dalam hal persetujuan biaya proyek dan keselamatan pekerjaan. Mempunyai pendidikan Sarjana Teknik dan mempunyai keahlian dalam hal teknik dan manajemen. Mempunyai pengalaman kerja lebih dari 10 tahun.
2. *Project Engineer* : Tugas bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek terutama dalam design sampai dengan menyediakan material serta urutan pekerjaan. Mempunyai pendidikan Sarjana Teknik dan mempunyai keahlian dalam hal teknik. Mempunyai pengalaman kerja lebih dari 5 tahun.
3. *Construction Engineer* : Tugas bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek terutama dalam membuat urutan pekerjaan konstruksi, penjagaan kualitas dan keselamatan pada saat konstruksi sampai dengan serah terima pekerjaan ke *Project Engineer* dan *Project Manager*. Mempunyai

- pendidikan Sarjana Teknik dan mempunyai keahlian dalam hal teknik. Mempunyai pengalaman kerja lebih dari 5 tahun.
4. *Construction Project Manager*: Tugas bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek terhadap tim pelaksana proyek serta menjamin pelaksanaan dilakukan dengan benar dan selamat. Mempunyai pendidikan Sarjana Teknik dan mempunyai keahlian dalam hal teknik dan manajemen. Mempunyai pengalaman kerja lebih dari 10 tahun
 5. *Contraction Site Manager*: Tugas bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek terhadap tim pelaksana proyek serta menjamin pelaksanaan dilakukan dengan benar dan menjamin pembagian tugas yang benar. Mempunyai pendidikan Sarjana Teknik dan mempunyai keahlian dalam hal teknik dan manajemen. Mempunyai pengalaman kerja lebih dari 5 tahun
 6. *Construction Project Supervisor*: Tugas utama melakukan pengawasan dan pengarahan terhadap tim pelaksana proyek di lapangan sesuai dengan tugas dan tanggung jawab masing-masing pekerja sehingga pekerjaan bisa dilakukan sesuai waktu dan kualitas yang di persyaratkan. Mempunyai pendidikan minimal SMA dengan pengalaman lebih dari 10 tahun.
 7. *Contractor HES Officer*: Tugas utama melakukan pengawasan dan pengarahan terhadap tim pelaksana proyek di lapangan mengenai *hazard* yang kemungkinan terjadi dan *safety* yang harus dilakukan sehingga pekerjaan bisa dilakukan dengan selamat. Mempunyai pendidikan minimal SMA dengan pengalaman lebih dari 10 tahun.
 8. *Tank Inspector*: Tugas utama sebagai tenaga ahli yang melakukan pengawasan dalam proses konstruksi dan kualitas dari hasil pekerjaan proyek. Harus mempunyai sertifikat API 653 (*America Petroleum Institute*) mengenai Tangki. Dan harus mempunyai pengalaman mengenai proses Welding ASME IX, Tank design API 650, dan Tank Inspection. Pendidikan Sarjana dengan pengalaman lebih dari 5 tahun.
 9. Tim Proyek, tugas utama melakukan aktivitas perbaikan tangki, tim ini terdiri dari beberapa jabatan seperti juru las, pembantu, juru material, juru

penyambung, juru tulis, juru pasang perancah, juru penjaga area, juru bersih-bersih area kerja.

Data responden, terutama profil dari responden sangat berpengaruh terhadap hasil penilaian atau pendapat terhadap risiko-risiko yang mungkin akan terjadi pada saat perbaikan tangki penimbun *Wash Tank*. Pengaruh keakurasian data dipengaruhi oleh berpengalaman mengenai tangki penimbun, tingkat pendidikan, dan sertifikasi dari setiap responden.

4.2 Analisa Data

4.2.1 Penilaian Bobot Risiko

Setelah dilakukan penyebaran kuesioner terhadap 13 orang responden di dapat data untuk menghitung bobot risiko dengan menggunakan *pairwise comparison – Analytical Hieracy Process* (AHP) untuk kriteria proses dan subkriteria risiko seperti terlihat pada Tabel 4.4. Variabel Risiko pada Setiap Proses. Variabel-variabel tersebut sebagai dasar perhitungan bobot. Perhitungan bobot terdiri dari perhitungan bobot kriteria proses dan perhitungan bobot subkriteria risiko pada setiap prosesnya.

Tabel 4. 2. Variabel Risiko pada Setiap Proses

No	Identifikasi Awal Risiko	No	Variabel Risiko
P.1	Pemasangan <i>blower</i>	R1.1	Terjatuh dari atap
		R1.2	Terjepit <i>blower</i>
		R1.3	Tersengat listrik
P.2	Pembukaan <i>door sheet</i>	R2.1	Terjepit
		R2.2	Tersengat listrik
		R2.3	Terkena paparan panas pengelasan
P.3	<i>Repair roof dan rafter</i>	R3.1	Terjatuh dari atap
		R3.2	Terbakar karena pengelasan
		R3.3	Tersengat listrik
		R3.4	Terkena paparan panas matahari

Lanjutan Tabel 4.4. Variabel Risiko pada Setiap Proses			
		R3.5	Terkena paparan asap dari pengelasan
P.4	<i>Bottom plate repair</i>	R4.1	Tersandung
		R4.2	Terbakar karena pengelasan
		R4.3	Terkena paparan asap dari pengelasan
		R4.4	Kepala terbentur
		R.4.5	Terjepit
		R4.6	Tersengat listrik
P.5	<i>Shell plate repair</i>	R5.1	Terbakar karena pengelasan
		R5.2	Tersengat listrik
		R5.3	Terjepit
		R5.4	Kepala terbentur
		R5.5	Terkena paparan asap dari pengelasan
P.6	<i>Coating</i>	R6.1	Terjatuh
		R6.2	Sesak nafas karena debu <i>sand blast/coating</i>
		R6.3	Tersengat listrik mesin <i>sand blast</i>
		R6.4	Pingsan
		R6.5	Lemas/ dehidrasi karena terpapar panas dalam tangki

4.2.1.1 Penilaian Bobot Kriteria Proses Perbaikan Wash Tank

Untuk menentukan bobot dari masing-masing kriteria (proses 1 sampai dengan 6) data kuesioner dari pendapat para ahli di rata-rata dengan menggunakan rata-rata geometri. Berikut ini adalah rumus dari rata-rata geometri.

$$(\prod_{i=1}^n a_i)^{1/n} = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times a_3 \times \dots \times a_n} \quad (4.1)$$

Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria seperti terlihat pada Tabel 4.5. Rata-rata Geometri untuk Kriteria Proses Perbaikan *Wash Tank*. Perhitungan rata-rata geometri didapatkan dari 13 sampel yang dihitung (detail perhitungan pada lampiran 3), sebagai contoh perhitungan kriteria P3 (Perbaikan *rafter* dan

roof plate) terhadap P1 (Pemasangan *blower*) dengan nilai 3,58. Nilai tersebut di dapatkan dari :

$$\begin{aligned} \text{P3 dibandingkan P1} &= \sqrt[13]{5 \times 9 \times 5 \times 5 \times 7 \times 8 \times 7 \times 4 \times 7 \times 1 \times 5 \times 4 \times 4} \\ &= \sqrt[13]{15.680.000} \\ &= \mathbf{3.58} \text{ atau } 3.58/1 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut dihasilkan kriteri kepentingan P3 terhadap P1 sebesar 3,58 atau 3,58/1. Berdasarkan kriteria aspek kepentingan menunjukkan bahwa P3 (Perbaikan *rafter* dan *roof plate*) sedikit lebih penting dari P1 (Pemasangan *blower*). Setelah dihitung rata-rata geometri kemudian dilakukan pembobotan seperti terlihat pada Tabel 4.6. Kriteria Pembobotan. Dari tabel tersebut di dapatkan bahwa P3 (Perbaikan *rafter* dan *roof plate*) bobotnya lebih besar daripada P1 (Pemasangan *blower*) senilai 0,27 atau 27%.

Tabel 4. 3. Rata-rata Geometri untuk Kriteria Proses Perbaikan *Wash Tank*

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1,00	0,59	0,43	0,28	0,51	0,37
P2	1,68	1,00	1,14	0,29	0,94	0,65
P3	3,58	3,48	2,51	1,00	3,10	2,26
P4	2,32	0,88	1,00	0,40	0,82	0,89
P5	1,95	1,06	1,22	0,32	1,00	1,30
P6	2,71	1,53	1,13	0,44	0,77	1,00
Σ	13,24	8,55	7,43	2,73	7,15	6,46

Tabel 4. 4. Kriteria Pembobotan

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Avrg
P1	0,08	0,07	0,06	0,10	0,07	0,06	0,07
P2	0,13	0,12	0,15	0,11	0,13	0,10	0,12
P3	0,27	0,41	0,34	0,37	0,43	0,35	0,36
P4	0,17	0,10	0,13	0,15	0,11	0,14	0,14
P5	0,15	0,12	0,16	0,12	0,14	0,20	0,15
P6	0,20	0,18	0,15	0,16	0,11	0,15	0,16
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Data hasil perhitungan pembobotan perlu dilakukan perhitungan konsistensi rasio (CR) untuk memastikan konsistensi data dari 13 responden. Berdasarkan dari Tabel 4.7. Data Spesifikasi dan Konsistensi Rasio di dapatkan nilai $CR = 0,006$. Berdasarkan konsep AHP, jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten, sehingga data survei memenuhi dan valid.

Tabel 4. 5. Data Spesifikasi dan Konsistensi Rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{max})	7,16
Matrix ordo (n)	0,23
Index Konsistensi (CI)	6
Random Index (RI)	1,24
Konsistensi Rasio (CR)	0,186

Setelah melakukan perhitungan konsistensi sampel maka dilakukan perhitungan pembobotan dari 6 ordo matrik kriteria dengan menggunakan rata-rata geometri terhadap 6 kriteria, seperti terlihat pada Tabel 4.8. Vektor Prioritas. Dari tabel tersebut terlihat bahwa kriteria P3 mempunyai nilai kepentingan yang paling besar yaitu 2,46

Tabel 4. 6. Vektor Prioritas

P1. Pemasangan Blower	0,49
P2. Pembukaan Door Sheet	0,83
P3. Perbaikan Rafter dan Roof Plate	2,46
P4. Perbaikan Bottom Plate	0,92
P5. Perbaikan Shell Plate	1,01
P6. Coating	1,08
Σ	6,78

Dari perhitungan vektor prioritas kemudian dilakukan perhitungan bobot pada ke-6 kriteria proses yang saling dibandingkan, seperti terlihat pada Tabel 4.9. Vektor Prioritas Pembobotan. Nilai bobot terbesar adalah P3 dengan nilai 0,362 atau 36,2%.

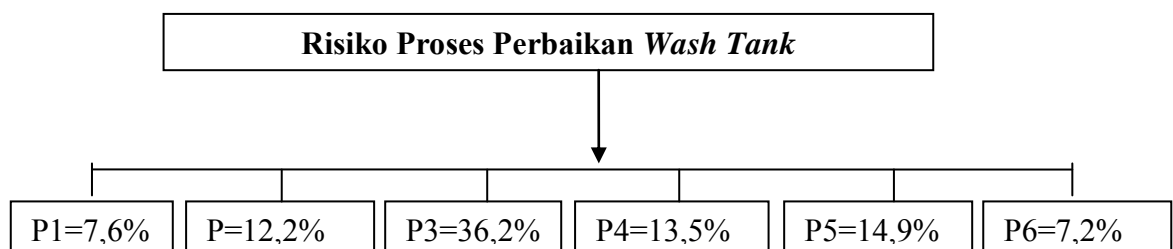
Tabel 4. 7. Vektor Prioritas Pembobotan

P1. Pemasangan Blower	0,072	6
P2. Pembukaan Door Sheet	0,123	5
P3. Perbaikan Rafter dan Roof Plate	0,362	1
P4. Perbaikan Bottom Plate	0,135	4
P5. Perbaikan Shell Plate	0,149	3
P6. Coating	0,159	2
Σ	1,00	

Berdasarkan dari hasil perhitungan *pair-wise comparison* pada kriteria proses perbaikan *Wash Tank* adalah sebagai berikut:

1. P3. Perbaikan Rafter dan Roof Plate : 36,2%
2. P6. Coating : 15,9%
3. P5. Perbaikan Shell Plate : 14,9%
4. P4. Perbaikan Bottom Plate : 13,5%
5. P2. Pembukaan Door Sheet : 12,3%
6. P1. Pemasangan Blower : 7,2%

Hasil pembobotan pada saat proses perbaikan *Wash Tank* terlihat seperti pada Gambar 4.4. Risiko Kriteria Proses Perbaikan *Wash Tank*



Gambar 4. 4. Risiko Kriteria Proses Perbaikan *Wash Tank*

4.2.1.2 Penilaian Bobot Subkriteria Risiko

Untuk menentukan bobot dari masing-masing subkriteria risiko pada setiap proses perbaikan *Wash Tank* pada prinsipnya sama langkah perhitungan dari sub bab 4.2.1. Penilaian Bobot Kriteria Proses Perbaikan *Wash Tank*. Detail perhitungan pembobotan pada lampiran.

4.2.1.3 Total Bobot Kriteria dan Subkriteria

Dari hasil perhitungan bobot kriteria dan sub kriteria maka dapat dihitung bobot general risiko yang merupakan hasil perkalian antara bobot kriteria dan subkriteria seperti terlihat pada Tabel 4.10. Bobot Kriteria dan Subkriteria Risiko Proses Perbaikan *Wash Tank*. Dari data tabel ini akan dihasilkan rangking dari setiap subkriteria risiko pada setiap proses perbaikan *Wash Tank*.

Tabel 4. 8. Bobot Risiko Proses Perbaikan *Wash Tank*

No.	Kriteria Proses (KP)		Subkriteria Risiko (SR)		BOBOT (KP x SR)
	Kriteria	Bobot(KP)	Subkriteria	Bobot(SR)	
1	Pemasangan Blower	0,072	Terjatuh dari atap	0,626	0,045
			Terjepit blower	0,130	0,009
			Tersengat listrik	0,244	0,018
2	Pembukaan Door Sheet	0,123	Terjepit	0,434	0,053
			Tersengat listrik	0,320	0,039
			Terkena paparan panas pengelasan	0,245	0,030
3	Repair Roof	0,362	Terjatuh dari atap	0,457	0,166
			Terbakar karena pengelasan	0,183	0,066
			Tersengat listrik	0,178	0,064
			Terkena paparan panas matahari	0,070	0,025
			Terkena paparan asap dari pengelasan	0,111	0,040
4	Bottom Plate Repair	0,135	Tersandung	0,080	0,011
			Terbakar karena pengelasan	0,221	0,030
			Terkena paparan asap dari pengelasan	0,168	0,023
			Kepala Terbentur	0,122	0,016
			Terjepit	0,171	0,023
			Tersengat Listrik	0,238	0,032
5	Shell Plate repair	0,149	Terbakar	0,310	0,046

Lanjutan Tabel 4.10. Bobot Risiko Proses Perbaikan *Wash Tank*

No.	Kriteria Proses (KP)		Subkriteria Risiko (SR)		BOBOT (KP x SR)
	Kriteria	Bobot(KP)	Subkriteria	Bobot(SR)	
6	Coating	0,159	Tersengat listrik	0,203	0,030
			Terjepit	0,258	0,038
			Kepala terbentur	0,229	0,034
			Terjatuh	0,302	0,048
			Sesak Nafas karena debu sand blast	0,159	0,025
			Tersengat Listrik mesin sand blast	0,166	0,026
			Sesak nafas karena paparan coating	0,219	0,035
			Sesak nafas karena di ruang tertutup/terbatas	0,154	0,025
			TOTAL	1	

Dari perhitungan bobot Kriteria dan Sub Kriteria di dapatkan bobot 5 besar berisiko, yaitu :

1. Terjatuh dari atap pada proses perbaikan rafter dan roof plate : 16,60%
2. Terbakar karena pengelasan pada proses perbaikan rafter dan roof : 6,60%
3. Tersengat listrik pada proses perbaikan rafter dan roof : 6,40%
4. Terjepit saat proses pembukaan doorsheet : 5,30%
5. Terjatuh dari atap saat proses pemasangan blower : 4,50%

4.2.2 Penilaian Probabilitas (*Probability*) dan Dampak (*Impact*) Risiko

Setelah dilakukan penyebaran kuisioner terhadap 25 responden mengenai probabilitas dan dampak risiko keselamatan kerja pada proyek perbaikan *Wash Tank* yang terdiri dari tim proyek dan tenaga ahli diluar proyek maka dapat diukur nilai matrik probabilitas (P) dan dampak (I) seperti terlihat pada Tabel 4.11. Probabilitas dan Dampak Risiko. Nilai-nilai dari tabel tersebut merupakan rata-rata dari 25 responden dan hasilnya dibulatkan.

Tabel 4. 9. Level Probabilitas dan Dampak Risiko

No	Identifikasi Awal Risiko	Kode	Level Probabilitas (P)	Dampak (I)
1	Pemasangan Blower	P.1		
	Terjatuh dari atap	R1.1	2	4
	Terjepit blower	R1.2	3	3
	Tersengat listrik	R1.3	3	3
2	Pembukaan Door Sheet	P.2		
	Terjepit	R2.1	2	2
	Tersengat listrik	R2.2	3	3
	Terkena paparan panas pengelasan	R2.3	3	2
3	<i>Repair Roof dan pemasangan walk way</i>	P.3		
	Terjatuh dari atap	R3.1	3	4
	Terbakar	R3.2	2	3
	Tersengat listrik	R3.3	3	3
	Terkena paparan panas matahari	R3.4	4	2
	Terkena paparan asap dari pengelasan	R3.5	3	2
4	<i>Bottom Plate Repair</i>	P.4		
	Tersandung	R4.1	3	3
	Terbakar karena pengelasan	R4.2	3	3
	Terkena paparan asap dari pengelasan	R4.3	3	2
	Kepala Terbentur	R4.4	2	3
	Terjepit	R4.5	3	2
	Tersengat Listrik	R4.6	3	3
5	<i>Shell Plate repair</i>	P.5		
	Terbakar	R5.1	2	3
	Tersengat listrik	R5.2	3	3
	Terjepit	R5.3	3	3
	Kepala terbentur	R5.4	3	3
6	<i>Coating</i>	P.6		
	Terjatuh	R6.1	3	4
	Sesak Nafas karena debu sand blast	R6.2	3	2
	Tersengat Listrik mesin sand blast	R6.3	3	3

Lanjutan Tabel 4.9. Level Probabilitas Risiko

No	Identifikasi Awal Risiko	Kode	Level Probabilitas (P)	Dampak (I)
	Sesak nafas karena paparan coating	R6.4	3	2
	Sesak nafas karena di ruang tertutup/terbatas	R6.5	3	2

Berdasarkan dari tabel diatas terdapat probabilitas kejadian yang tinggi (*likely*) yaitu terkena paparan panas dari sinar matahari pada saat melakukan perbaikan *rafter* dan *roof plate*. Dampak dari kejadian yang tinggi (*major*) yaitu terjatuh dari atap atau ketinggian pada saat , saat pemasangan *blower*, melakukan perbaikan *rafter* ,*roof plate*, dan pada saat melakukan proses *coating internal* dan *external* pada *roof* serta *shell plate*.

4.3 Penilaian Tingkat Risiko/*Risk Level*

Berdasarkan perhitungan dari bobot (*weight*) menggunakan *pair-wise comparison* dan juga hasil perhitungan dari *Risk Matrix*, maka selanjutnya dilakukan perhitungan *Risk Level* yang merupakan hasil perkalian dari bobot, level probabilitas dan *inpact* seperti terlihat pada Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Risk Level.

Tabel 4. 10. Hasil Perhitungan *Risk Level*

N o.	Kriteria	Subkriteria	Bobot	Level Probability (P)	Impact (I)	Risk Level (RL)	Ranking		
1	Pemasaan Blower	Terjatuh dari atap	0,0451	2	4	0,3930	4,76%	5	7,44%
		Terjepit blower	0,0094	3	3	0,0662	0,80%	26	
		Tersengat listrik	0,0175	3	3	0,1551	1,88%	21	
2	Pembukaan Door Sheet	Terjepit	0,0534	2	2	0,3025	3,66%	7	10,04%
		Tersengat listrik	0,0394	3	3	0,3127	3,79%	6	
		Terkena paparan panas pengelasan	0,0302	3	2	0,2144	2,60%	14	

Lanjutan Tabel 4.12. Hasil Perhitungan *Risk Level*

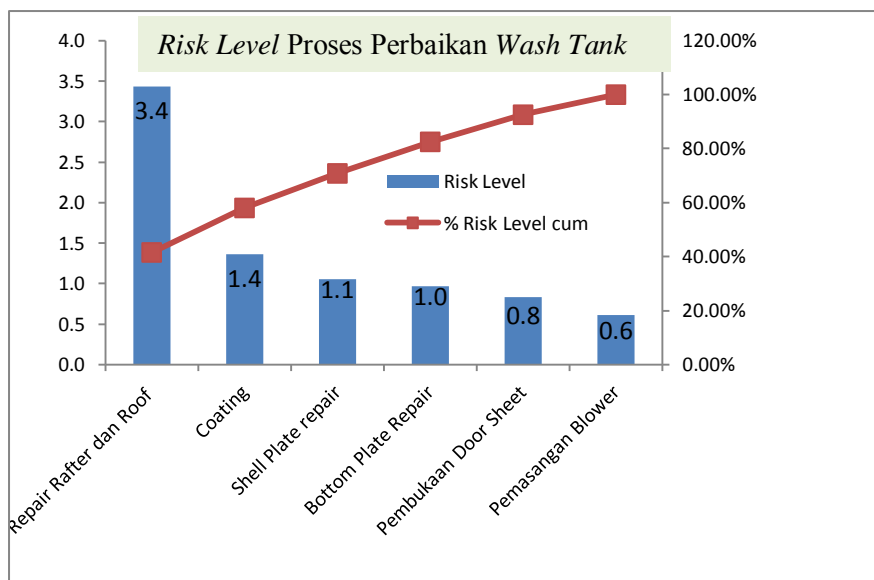
N o.	Kriteria	Subkriteria	Bobot	Level Probabi lity (P)	Impac t (I)	Risk Level (RL)	Ranking		
3	Repair Rafter dan Roof	Terjatuh dari atap	0,1655	3	4	2,0496	24,81%	1	41,56%
		Terbakar karena pengelasan	0,0661	2	3	0,4523	5,47%	4	
		Tersengat listrik	0,0645	3	3	0,4976	6,02%	3	
		Terkena paparan panas matahari	0,0255	4	2	0,2152	2,60%	17	
		Terkena paparan asap dari pengelasan	0,0403	3	2	0,2184	2,64%	16	
4	Bottom Plate Repair	Tersandung	0,0108	3	3	0,0738	0,89%	25	11,69%
		Terbakar karena pengelasan	0,0299	3	3	0,2602	3,15%	8	
		Terkena paparan asap dari pengelasan	0,0226	3	2	0,1471	1,78%	22	
		Kepala Terbentur	0,0165	2	3	0,1061	1,28%	24	
		Terjepit	0,0231	3	2	0,1442	1,75%	23	
		Tersengat Listrik	0,0321	3	3	0,2341	2,83%	13	
5	Shell Plate repair	Terbakar	0,0461	2	3	0,3168	3,84%	9	12,80%
		Tersengat listrik	0,0302	3	3	0,2222	2,69%	15	
		Terjepit	0,0383	3	3	0,2706	3,28%	11	
		Kepala terbentur	0,0340	3	3	0,2478	3,00%	12	
6	Coating	Terjatuh	0,0481	3	4	0,5104	6,18%	2	16,48%
		Sesak Nafas karena debu sand blast	0,0254	3	2	0,2039	2,47%	18	
		Tersengat Listrik mesin sand blast	0,0265	3	3	0,1736	2,10%	20	
		Sesak nafas karena paparan coating	0,0350	3	2	0,2763	3,35%	10	
		Sesak nafas karena di ruang tertutup/terbatas	0,0245	3	2	0,1970	2,38%	19	
		TOTAL				8,2609	100%	100%	

Berdasarkan dari perhitungan bobot, probabilitas kejadian dan dampak kejadian maka di dapatkan *Risk Level* sebagai berikut:

- a. Ranging *Risk Level* Berdasarkan Proses dari tertinggi ke terendah seperti terlihat pada Tabel 4.13. *Risk Level* Proses Perbaikan *Wash Tank* dan pada Gambar. 4.5. Pareto *Risk Level* Proses Perbaikan *Wash Tank*.

Tabel 4. 11. *Risk Level* Proses perbaikan *Wash Tank*

Proses Kejadian (<i>event</i>)	% Risk Level
1. Repair Rafter dan Roof	41.56%
2. Coating	16.48%
3. Shell Plate repair	12.80%
4. Bottom Plate Repair	11.69%
5. Pembukaan Door Sheet	10.64%
6. Pemasangan Blower	7,44%

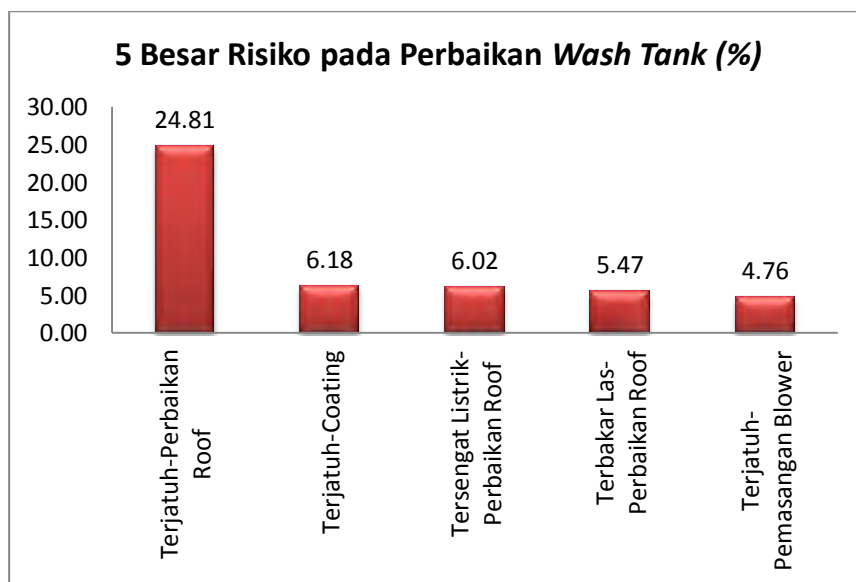


Gambar 4. 5. Pareto *Risk Level* Proses Perbaikan *Wash Tank*

- b. Ranging *Risk Level* Berdasarkan Subkriteria Proses 5 besar dari tertinggi ke terendah seperti terlihat pada Tabel 4.12. *Risk Level* 5 Besar Risiko Subkriteria Proses dan Gambar 4.5. *Risk Level* 5 Besar Risiko Subkriteria Proses

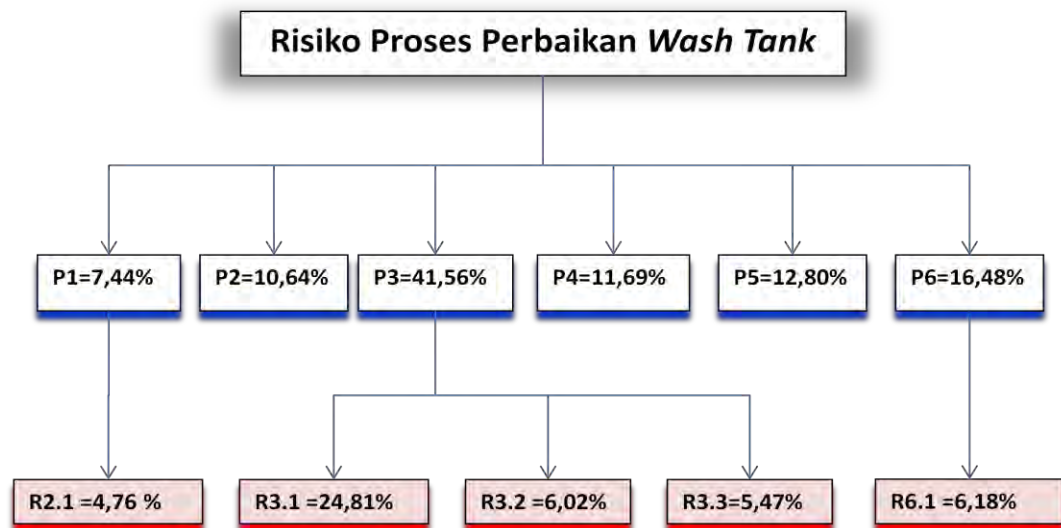
Tabel 4. 12. *Risk Level* 5 Besar Risiko Subkriteria Proses

Kejadian (Event)	% Risk Level
1. Terjatuh dari atap pada saat proses perbaikan Rafter dan Roof	24.81%
2. Terjatuh pada saat proses coating (internal & external coating pada ketinggian)	6.18%
3. Tersengat listrik pada saat proses perbaikan Rafter dan Roof	6.02%
4. Terbakar karena pengelasan pada saat proses perbaikan Rafter dan Roof	5.47%
5. Terjatuh dari atap pada saat proses pemasangan blower di main hole roof	4,76%



Gambar 4. 6. *Risk Level* 5 Besar Risiko Perbaikan Wash Tank

Pada Gambar 4.7. Risiko Kriteria Proses Perbaikan Wash Tank menggambarkan mengenai bobot proses (dalam %) dan juga 5 besar kejadian risiko yang kemungkinan terjadi pada saat proses perbaikan tangki penimbun Wash Tank..



Gambar 4. 7. Risiko Kriteria Proses Perbaikan *Wash Tank*

4.4 Diskusi dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data untuk penilaian *Risk level* atau tingkat risiko 5 besar pada saat melakukan perbaikan *Wash Tank* Seperti terlihat pada Gambar 4.6. *Risk Level* 5 besar kejadian risiko pada saat adalah:

1. Terjatuh dari ketinggian pada saat perbaikan *roof & rafter* (RL: 2,0496-24,81%%), pada saat *coating* (RL: 0,5104-6,18%), dan pada saat pemasangan *blower* (RL: 0,3930– 4,76%)
2. Tersengat listrik (RL: 0,4976– 6,02%) dan terbakar (RL: 0,4523– 5,47%) pada saat melakukan pekerjaan panas (*Hot Work*) yaitu proses pengelasan pada saat perbaikan *rafter* dan *roof* pada ketinggian.

Risk Level pada proses perbaikan *Wash Tank* yang paling tinggi adalah pada proses perbaikan *rafter* dan *roof* seperti terlihat pada Gambar 4.6. *Risk Level* 5 Besar Risiko Perbaikan *Wash Tank*. Risiko terjatuh dari ketinggian pada saat proses perbaikan *rafter* dan *roof plate*. Perbaikan *rafter* dilakukan dari dalam tangki (*convenience space*), dimana kondisi di dalam tangki panas karena tangki terpapar matahari dan juga kekurangan oksigen. Keadaan tersebut akan sangat berpengaruh terhadap orang yang melakukan pekerjaan perbaikan, karena dampak

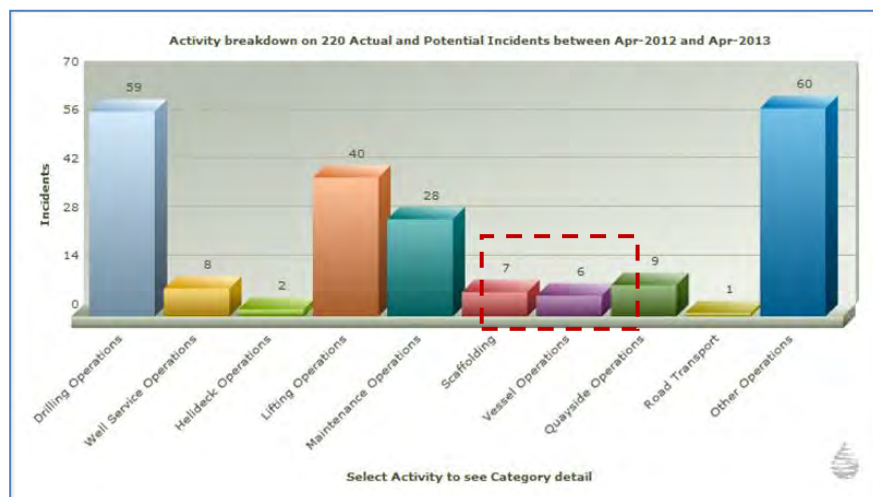
utamanya pekerja akan lemas karena dehidrasi akibat panas dan juga kekurangan oksigen.

Berdasarkan analisa data bahwa risiko pada saat bekerja pada ketinggian terutama pada saat perbaikan rafter dan roof paling tinggi dibandingkan pada saat proses lain yaitu dengan nilai Level Probabilitas 3 dan dampak 4.

Berikut adalah pembahasannya terlihat pada:

a. Nilai Probabilitas : 3 – Sedang (*Possible*)

Hal ini berarti bahwa resiko kemungkinan terjadi di **fasilitas** dalam hal ini adalah *Wash Tank* di Stasiun pengumpul “S”, dan berdasarkan data dari DROPS “*The Dropped Objects Prevention Scheme Global Resource Center* sebagai pusat data informasi kejadian (*event*) jatuh pada saat bekerja pada perusahaan Minyak dan Gas Dunia, seperti terlihat pada Gambar 4.8. Kejadian Terjatuh *Oil & Gas Company* April 2012-2013 (Dropsonline, 2013).



Gambar 4. 8. Kejadian Terjatuh *Oil & Gas Company*– April 2012-2013 (Dropsonline, 2013)

Berdasarkan Gambar 4.8. Kejadian Terjatuh Oil& Gas Company-April 2012-2013, terjadi kecelakaan terjatuh sebanyak 7 kali terjatuh dari *scaffolding* dan 6 kali kejadian pada saat melakukan operasi Vessel. PT CVX sebagai induk perusahaan PT XYZ terjadi 3 kali kejadian (setingkat Industri) terjadi kejadian jatuh pada Tahun 2010.

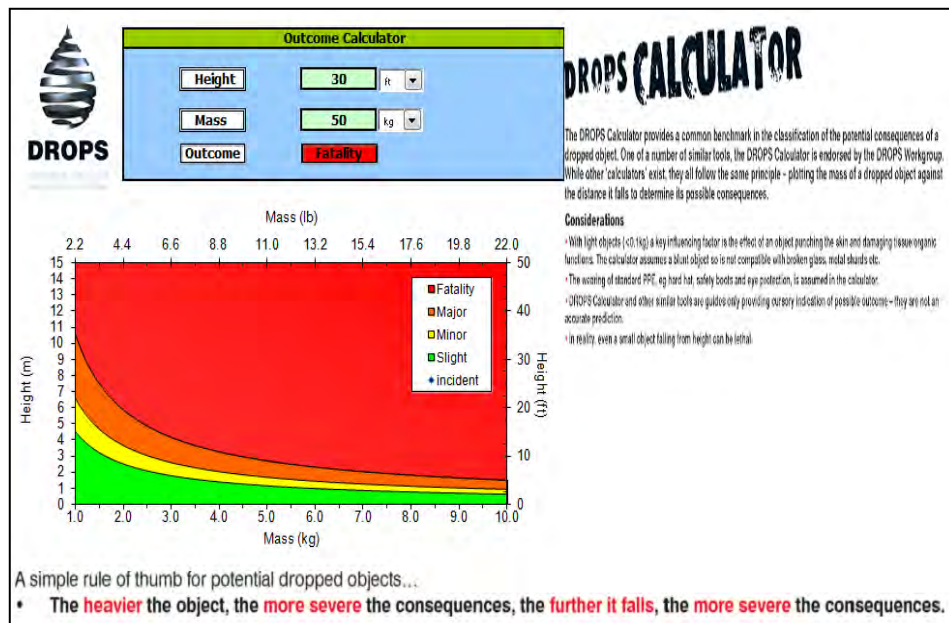
b. Nilai Dampak : 4 – Tinggi (*major*)

Dampak utama kemungkinan terjadi risiko pada saat melakukan perbaikan *rafter* dan *roof plate* atau bekerja pada ketinggian adalah :

1. Keselamatan & Kesehatan: 1 orang meninggal dunia

Risiko utama bekerja pada ketinggian adalah terjatuh. Pada proyek perbaikan *Wash Tank* ini para pekerja melakukan pekerjaan pada ketinggian sekitar 30 ft (sesuai dengan ketinggian tangki) diatas lantai tangki, hal ini untuk menjangkau bagian-bagian yang tinggi, yaitu rafter dan roof.

Berdasarkan perhitungan dari DROPS, bahwa bekerja pada ketinggian 30 ft (sesuai dengan ketinggian tangki) dan dengan berat rata-rata orang Indonesia dewasa yang kurus sekitar 50 kg, maka kemungkinan besar akan mengakibatkan orang tersebut meninggal (*fatality*), hal ini seperti terlihat pada Gambar 4.9. Perhitungan Risiko Terjatuh.



Gambar 4. 9. Perhitungan Risiko Terjatuh (Dropsline, 2013)

2. Finansial: Kerusakan asset, kehilangan keuntungan atau biaya sebesar Rp 100.000.000 – Rp 200.000.000.

Apabila pada saat melakukan perbaikan *Wash Tank* apabila terjadi kecelakaan kerja maka semua pekerjaan akan di berhentikan (SWA-Stop

Work Authority) untuk dilakukan investigasi dan *Root Cause Analysis* (RCA) hal ini berlangsung kurang lebih 3 bulan atau 90 hari. Kerugian biaya yang paling utama adalah membayar pekerja meskipun tidak bekerja karena tidak ada aktivitas kerja. Perkiraan kehilangan biaya sebesar Rp 180.000.000, dengan asumsi pengeluaran menggaji pekerja dalam 1 bulan sebesar Rp 60.000.000.

Berdasarkan dari 5 besar *Risk Level* dari hasil penilaian bobot, kemungkinan kejadian dan dampak kejadian maka dapat dibuatkan *Risk Mitigation Plan* atau *Risk Response* dan juga metode melakukan pekerjaan perbaikan terutama pada ketinggian, pekerjaan panas dan pekerjaan di dalam Tangki/ruang tertutup (*Convenience space*).

4.4.1 Risk Response Kejadian (Event) 5 Besar

Data *Risk Assesment* dan *Risk Response* untuk 5 besar kejadian (*event*) yang kemungkinan terjadi pada saat perbaikan *Wash Tank* dapat dilihat pada lampiran. Kriteria yang dilakukan pembahasan mengenai :

1. *Event Risk* (Kejadian) : diisi risiko yang mungkin terjadi
2. *Potential Consequences*: diisi potensial bahaya yang akan terjadi jika risiko tersebut terjadi
3. *Procedure/Safeguards*: diisi prosedur-prosedur atau standar-standar acuan yang digunakan agar event/kejadian risiko bisa dihindari, dikurangi atau dialihkan.
4. *Risk Level*: diisi hasil perkalian antaranilai bobot (W), probabilitas (P), dan Dampak (I).
5. *Recommendation/Mitigation plan* : diisi hal-hal yang harus dilakukan untuk mencegah risiko terjadi.

Detail *risk respon* 5 besar risiko yang mungkin terjadi pada proses perbaikan tangki timbun *Wash Tank* ada pada Lampiran.

4.4.2 Metode Kerja Perbaikan *Wash Tank*

Safety Management Plan perbaikan *Wash Tank* perlu dibuatkan sebelum melakukan pekerjaan proyek perbaikan *Wash Tank*, sebagai berikut:

1. Memastikan risiko dari pekerjaan bisa diidentifikasi dan dikomunikasikan secara jelas pada team dan tindakan pencegahan dan langkah-langkah keselamatan yang harus diambil dalam rangka melakukan pekerjaan dengan aman.

Hal ini dilakukan dengan membuat JSA (*Job Safety Analysis*)/JHA (*Job Hazard Analysis*) yang kemungkinan terjadi pada saat pekerjaan berlangsung dengan analisa resiko utama pada:

- Bahaya karena Gerakan
 - Bahaya karena Mekanika
 - Bahaya karena Listrik
 - Bahaya karena Tekanan
 - Bahaya karena Suhu
 - Bahaya karena Zat-zat Kimia
 - Bahaya karena Biologi
 - Bahaya karena Radiasi
 - Bahaya karena Bunyi
 - Bahaya karena Gravitasi
2. Membuat PTW (*Permit To Work*) sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan, antara lain PTW untuk bekerja pada ketinggian, PTW untuk pekerjaan panas, dan PTW untuk pekerjaan didalam ruang terbatas. PTW akan di review dan disetujui oleh pihak-pihak terkait yang mengerti proses pekerjaan dan area pekerjaan.
 3. Mendapat kejelasan otorisasi setiap pekerja untuk melaksanakan pekerjaan tertentu sesuai dengan gambaran pekerjaannya selama jangka waktu tertentu.
 4. Memfasilitasi komunikasi tentang bagaimana proses kerja dikendalikan dan siapa yang mengendalikan dan mengelola perubahan-perubahan lingkup kerja apabila diperlukan untuk menjamin keselamatan dalam bekerja.
 5. Menjelaskan secara rinci kapan pekerjaan harus dihentikan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

1. Proses yang paling berisiko pada saat perbaikan tangki penimbun *Wash Tank* adalah perbaikan *roof* dan *rafter* dengan bobot 41,56% dan risiko yang paling utama adalah terjatuh dengan nilai *Risk Level* 24,81%.
2. Perencanaan penanganan risiko utama pada proses perbaikan tangki penimbun *Wash Tank* adalah menghindari terjadinya risiko terjatuh dari ketinggian. Hal ini karena risiko paling dominan pada saat perbaikan *Wash Tank* adalah terjatuh dari ketinggian, baik pada saat proses perbaikan *roof&rafter*, *coating*, dan pemasangan *blower* diatas *roof*.
3. Responden penelitian sangat berpengaruh terhadap keakuratan data dalam melakukan analisa dan pembahasan. Pengalaman kerja dibidang perbaikan tangki dan tingkat pendidikan dari responden besar pengaruhnya terhadap keakuratan data.

5.2. Saran

1. Melakukan analisa lebih lanjut mengenai dampak-dampak terhadap biaya, waktu, dan kualitas dari proyek perbaikan tangki penimbun.
2. Melakukan analisa mengenai kemungkinan sumber-sumber kemungkinan yang menyebabkan risiko terjadi pada proyek perbaikan tangki penimbun.

(Halman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.

Kuisisioner *Pair Wise Comparison*, untuk Menentukan Bobot



PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Kampus ITS, Jalan Cokroaminoto 12A Surabaya

Kuisisioner Penelitian Tesis

Judul Tesis:

**ANALISA KESELAMATAN KERJA PADA PROYEK PERBAIKAN WASH TANK
DI STASIUN PENGUMPUL MENGGUNAKAN
NEW APROACH RISK ANALYSIS**

Yth Responden penelitian,

Kuisisioner ini dibuat sebagai bahan analisa data untuk menyelesaikan Tesis Program Studi Magister Manajemen Teknologi bidang keahlian Manajemen Proyek Institut Teknologi Surabaya. Untuk kepentingan penelitian ini, identitas responden kami jamin kerahasiannya. Atas dasar hal tersebut, maka kami mohon agar kuisisioner ini dapat diisi dengan obyektif dan sebenar-benarnya

Tujuan Survei:

Survei ini dilakukan untuk menentukan **bobot (weight)** dari setiap variabel risiko berdasarkan kriteria yang disesuaikan pada kegiatan proyek konstruksi perbaikan tangki penimbun (*wash tank*) berdasarkan pada pengalaman pekerjaan sebelumnya yang sejenis yaitu tangki penimbun

Lingkup Penelitian

Studi kasus dengan obyek penelitian pada proyek konstruksi perbaikan tangki penimbun *wash tank*.

Responden

Survei ditujukan kepada para tim inti yang terlibat dalam proyek perbaikan *wash tank* dan tenaga ahli yang sudah berpengalaman dan atau bersertifikat API 653.

Isi Kuisisioner

Data responden

Kuisisioner relevansi variabel risiko dan kuisisioner tentang kemungkinan kejadian dan dampak dari risiko serta bobot.

Terima kasih atas kesedian Bapak/Ibu, Saudara/i mengisi kuisisioner ini. Peneliti berharap Bapak/Ibu, Saudara/I tidak keberatan untuk dihubungi kembali apabila ada kuisisioner lanjutan atau perbaikan dalam pengisian kuisisioner.

Peneliti,

Ika Dasi Ariyanto

Mahasiswa Pascasarjana MMT-ITS

A. Data Responden

1. Nama (optional) : _____
2. Pekerjaan/Jabatan : _____
3. Pengalaman kerja : _____
4. Pengalaman dengan pekerjaan Tangki : _____
5. Pendidikan : _____
6. Perusahaan/Team : _____
7. Bersertifikat API 653 : ☐ Ya ☐ Tidak

B. Petunjuk Pengisian Kuisioner

1. Mohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu, Saudara/i untuk mengisi untuk mengisi seluruh pertanyaan yang kami sediakan.
2. Kuisioner ini didasarkan pada konsep AHP yang dikembangkan Saaty (2000) dengan menggunakan perbandingan berpasangan (*pair wise comparison*) untuk menentukan bobot pada setiap variabel risiko pada proyek perbaikan tangki penimbun-*wash tank*
3. Berikut ini cara pengisian kuisioner
Kuisioner ini dibuat secara berpasangan dengan skala 1-9 untuk membandingkan antara faktor/sub faktor.

Berikut skala yang digunakan :

Tabel 1. Kriteria Penilaian aspek Kepentingan

Skala Variabel	Keterangan
1	Kedua Elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen sangat jelas lebih penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai tengah antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan. Nilai tengah-tengah , contohnya jika elemen A sedikit lebih penting dari elemen B dan kita seharusnya memberikan nilai 3, namun jika nilai 3 tersebut dianggap masih terlalu besar dan nilai 1 masih terlalu kecil maka nilai 2 yang harus kita berikan untuk prioritas antara elemen A dengan elemen B

4. Silakan memberikan tanda “check list” (√) pada kotak kolom “1,2,3,4,5,6,7,8,9” yang sesuai **Tabel 1. Kriteria Penilaian aspek Kepentingan.**

Penilaian tingkat kepentingan antara kolom kiri dibandingkan dengan kolom kanan.

Contoh :

Contoh:

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan									Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri									Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
Terjepit															√			Terjatuh		
Terjepit					√													Paparan panas		
Terjepit	√																	Tergores		

Mempunyai arti:

- **Terjatuh** sangat jelas lebih penting (7) daripada **Terjepit**
- **Terjepit** lebih penting (5) daripada **Paparan panas**
- **Terjepit** sama pentingnya (1) dengan **Tergores**

Identifikasi Risiko Pada Kriteria Proses (P)

P1. Risiko pada saat proses pemasangan *blower*

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
P1. Risiko saat pemasangan <i>blower</i>																		P2.Risiko saat pembukaan <i>door sheet</i> pada <i>shell</i>
P1. Risiko saat pemasangan <i>blower</i>																		P3.Risiko saat perbaikan tank roof dan <i>rafter</i>
P1. Risiko saat pemasangan <i>blower</i>																		P4.Risiko saat perbaikan tank <i>bottom</i>
P1. Risiko saat pemasangan <i>blower</i>																		P5.Risiko saat perbaikan tank <i>shell</i>
P1. Risiko saat pemasangan <i>blower</i>																		P6.Risiko saat proses <i>coating</i>

P2.Risiko saat proses pembukaan *door sheet* pada *shell*

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
P2.Risiko saat pembukaan <i>door sheet</i> pada <i>shell</i>																		P3.Risiko saat perbaikan tank roof dan <i>rafter</i>
P2.Risiko saat pembukaan <i>door sheet</i> pada <i>shell</i>																		P4.Risiko saat perbaikan tank <i>bottom</i>
P2.Risiko saat pembukaan <i>door sheet</i> pada <i>shell</i>																		P5.Risiko saat perbaikan tank <i>shell</i>
P2.Risiko saat pembukaan <i>door sheet</i> pada <i>shell</i>																		P6.Risiko saat proses <i>coating</i>

P3.Risiko saat proses perbaikan tank roof dan *rafter*

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
P3.Risiko saat perbaikan tank roof dan <i>rafter</i>																		P4.Risiko saat perbaikan tank <i>bottom</i>
P3.Risiko saat perbaikan tank roof dan <i>rafter</i>																		P5.Risiko saat perbaikan tank <i>shell</i>
P3.Risiko saat perbaikan tank roof dan <i>rafter</i>																		P6.Risiko saat proses <i>coating</i>

P4.Risiko saat proses perbaikan tank *bottom*

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
P4.Risiko saat perbaikan tank <i>bottom</i>																		P5.Risiko saat perbaikan tank <i>shell</i>
P4.Risiko saat perbaikan tank <i>bottom</i>																		P6.Risiko saat proses <i>coating</i>

P5.Risiko saat proses perbaikan tank *shell*

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
P5.Risiko saat perbaikan tank <i>shell</i>																		P6.Risiko saat proses <i>coating</i>

Identifikasi Risiko Pada Subkriteria Kejadian Risiko (R)

1. Kejadian Risiko (R) pada proses pemasangan blower (P1)

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan									Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri									Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R1.1 Terjatuh dari atap																		R1.2.Terjepit blower		
R1.1 Terjatuh dari atap																		R1.3.Tersengat listrik		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R1.2.Terjepit blower																		R1.3.Tersengat listrik		

2. Kejadian Risiko (R) pada proses Pembukaan Door Sheet (P2)

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan									Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri									Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R2.1.Terjepit																		R2.2.Tersengat listrik		
R2.1.Terjepit																		R2.3Terkena paparan panas pengelasan		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R2.2.Tersengat listrik																		R2.3Terkena paparan panas pengelasan		

3. Kejadian Risiko (R) saat perbaikan tank *roof* dan *rafter*

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R3.1.Terjatuh dari atap																		R3.2.Terbakar karena pengelasan
R3.1.Terjatuh dari atap																		R3.3.Tersengat listrik
R3.1.Terjatuh dari atap																		R3.4.Terkena paparan panas matahari
R3.1.Terjatuh dari atap																		R3.5.Terkena paparan asap dari pengelasan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R3.2.Terbakar karena pengelasan																		R3.3.Tersengat listrik
R3.2.Terbakar karena pengelasan																		R3.4.Terkena paparan panas matahari
R3.2.Terbakar karena pengelasan																		R3.5.Terkena paparan asap dari pengelasan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R3.3.Tersengat listrik																		R3.4.Terkena paparan panas matahari
R3.3.Tersengat listrik																		R3.5.Terkena paparan asap dari pengelasan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R3.4.Terkena paparan panas matahari																		R3.5.Terkena paparan asap dari pengelasan

4. Kejadian Risiko (R) saat proses perbaikan Perbaikan *Bottom Plate* (P4)

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R4.1.Tersandung																		R4.2.Terbakar karena pengelasan

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan									Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri									Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R4.1.Tersandung																		R4.3.Terkena paparan asap dari pengelasan		
R4.1.Tersandung																		R4.4.Kepala Terbentur		
R4.1.Tersandung																		R4.5.Terjepit		
R4.1.Tersandung																		R4.6.Tersengat Listrik		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R4.2.Terbakar karena pengelasan																		R4.3.Terkena paparan asap dari pengelasan		
R4.2.Terbakar karena pengelasan																		R4.4.Kepala Terbentur		
R4.2.Terbakar karena pengelasan																		R4.5.Terjepit		
R4.2.Terbakar karena pengelasan																		R4.6.Tersengat Listrik		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R4.3.Terkena paparan asap dari pengelasan																		R4.4.Kepala Terbentur		
R4.3.Terkena paparan asap dari pengelasan																		R4.5.Terjepit		
R4.3.Terkena paparan asap dari pengelasan																		R4.6.Tersengat Listrik		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R4.4.Kepala Terbentur																		R4.5.Terjepit		
R4.4.Kepala Terbentur																		R4.6.Tersengat Listrik		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9			
R4.5.Terjepit																		R4.6.Tersengat Listrik		

5. Kejadian Risiko (R) proses perbaikan *Shell Plate* (P5)

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R5.1.Terbakar karena pengelasan																		R5.2.Tersengat listrik
R5.1.Terbakar karena pengelasan																		R5.3.Terjepit
R5.1.Terbakar karena pengelasan																		R5.4.Kepala terbentur
Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R5.1.Terbakar karena pengelasan																		R5.5.Terkena paparan asap dari pengelasan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R5.2.Tersengat listrik																		R5.3.Terjepit
R5.2.Tersengat listrik																		R5.4.Kepala terbentur
R5.2.Tersengat listrik																		R5.5.Terkena paparan asap dari pengelasan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R5.3.Terjepit																		R5.4.Kepala terbentur
R5.3.Terjepit																		R5.5.Terkena paparan asap dari pengelasan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R5.4.Kepala terbentur																		R5.5.Terkena paparan asap dari pengelasan

6. Kejadian Risiko (R) Pada saat proses *Coating* (P6)

Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R6.1.Terjatuh																		R6.2.Sesak Nafas karena debu sand blast/coating
R6.1.Terjatuh																		R6.3.Tersengat Listrik
R6.1.Terjatuh																		R6.4.Pingsan
R6.1.Terjatuh																		R6.5.Terpapar panas dalam Tangki
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R6.2.Sesak Nafas karena debu sand blast/coating																		R6.3.Tersengat Listrik
R6.2.Sesak Nafas karena debu sand blast/coating																		R6.4.Pingsan
Kolom Kiri	Diisi Bila Sama Penting	Diisi jika kolom sebelah kiri lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kanan								Diisi jika kolom sebelah kanan lebih penting dibandingkan tujuan di kolom sebelah kiri								Kolom Kanan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R6.2.Sesak Nafas karena debu sand blast/coating																		R6.5.Terpapar panas dalam Tangki
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R6.3.Tersengat Listrik																		R6.4.Pingsan
R6.3.Tersengat Listrik																		R6.5.Terpapar panas dalam Tangki
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	4	5	6	7	8	9	
R6.4.Pingsan																		R6.5.Terpapar panas dalam Tangki

LAMPIRAN 2

Kuisiener Level Probabilitas dan Dampak



PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Kampus ITS, Jalan Cokroaminoto 12A Surabaya

Kuisiener Penelitian Tesis

Judul Tesis:

**ANALISA KESELAMATAN KERJA PADA PROYEK PERBAIKAN WASH TANK
DI STASIUN PENGUMPUL MENGGUNAKAN
NEW APROACH RISK ANALYSIS**

Yth Responden penelitian,

Kuisiener ini dibuat sebagai bahan analisa data untuk menyelesaikan Tesis Program Studi Magister Manajemen Teknologi bidang keahlian Manajemen Proyek Institut Teknologi Surabaya. Untuk kepentingan penelitian ini, identitas responden kami jamin kerahasiannya. Atas dasar hal tersebut, maka kami mohon agar kuisiener ini dapat diisi dengan obyektif dan sebenar-benarnya.

Tujuan Survei:

Survei ini dilakukan untuk menentukan **probabilitas dan dampak** dari setiap variabel risiko berdasarkan kriteria yang disesuaikan pada kegiatan proyek konstruksi perbaikan tangki penimbun *Wash Tank* berdasarkan pada pengalaman pekerjaan sebelumnya yang sejenis yaitu tangki penimbun.

Lingkup Penelitian

Studi kasus dengan obyek penelitian pada proyek konstruksi perbaikan tangki penimbun *wash tank*.

Responden

Survei ditujukan kepada para tim inti yang terlibat dalam proyek perbaikan *wash tank* dan tenaga ahli yang sudah berpengalaman dan bersertifikat API 653.

Isi Kuisiener

Data responden

Kuisiener relevansi variabel risiko dan kuisiener tentang kemungkinan kejadian dan dampak dari risiko serta bobot.

Terima kasih atas kesedian Bapak/Ibu, Saudara/i mengisi kuisiener ini. Peneliti berharap Bapak/Ibu, Saudara/I tidak keberatan untuk dihubungi kembali apabila ada kuisiener lanjutan atau perbaikan dalam pengisian kuisiener.

Peneliti,

Ika Dasi Ariyanto

Mahasiswa Pascasarjana MMT-ITS

A. Data Responden

8. Nama (optional) : _____
9. Pekerjaan/Jabatan : _____
10. Pengalaman kerja : _____
11. Pengalaman dengan pekerjaan Tangki : _____
12. Pendidikan : _____
13. Perusahaan/Team : _____
14. Bersertifikat API 653 : ☐ Ya ☐ Tidak

2. Petunjuk Pengisian Kuisioner

5. Mohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu, Saudara/i untuk mengisi untuk mengisi seluruh pertanyaan yang kami sediakan.
6. Kuisioner ini untuk menilai variabel risiko yang ditentukan berdasarkan **probabilitas**/frekuensi kejadian dan **dampak**/akibatnya, sesuai dengan Tabel 1: penilaian probabilitas dan Tabel 2: Penilaian dampak.
7. Acuan penilaian **probabilitas** (kemungkinan frekuensi kejadian), seperti terlihat pada Tabel 1. Penilaian Level Probabilitas

Tabel 1. Penilaian Level Probabilitas

Tingkat /Level	Kemungkinan kejadian risiko / Probabilitas risiko terjadi	Kriteria Probabilitas	Nilai Variabel
A	Sangat Tinggi (<i>almost certain</i>)	Risiko yang hampir pasti terjadi , dengan nilai probabilitas > 85%	5
B	Tinggi (<i>likely</i>)	Risiko yang kemungkinan besar terjadi , dengan nilai probabilitas > 60% s/d 85%	4
C	Sedang (<i>possible</i>)	Risiko yang kemungkinan terjadi (sese kali) , dengan nilai probabilitas > 40% s/d 60%	3
D	Rendah (<i>unlikely</i>)	Risiko yang kemungkinan terjadi kecil , dengan nilai probabilitas > 20% s/d 40%	2
E	Sangat rendah (<i>rare</i>)	Risiko yang hampir pasti tidak terjadi , dengan nilai probabilitas 0 s/d 20%	1

8. Acuan penilaian **dampak** (kemungkinan frekuensi kejadian), seperti pada Tabel 2. Penilaian Dampak

Tabel 2. Penilaian Dampak

Dampak risiko / Efek risiko	Kriteria Probabilitas	Nilai Variabel
Sangat Tinggi (<i>catostrophic</i>)	Akibat yang terjadi akan memberi ancaman yang sangat besar dan berdampak pada organisasi/perusahaan, seperti: kematian, kerugian biaya yang sangat besar. <i>- Efek biaya yang terjadi > 200 juta rupiah setiap kejadian.</i>	5
Tinggi (<i>major</i>)	Akibat yang terjadi akan memberi ancaman yang besar pada organisasi fungsional perusahaan, seperti kerugian biaya yang besar, dibutuhkan sumberdaya luar yang penting <i>-Efek biaya yang terjadi 100 - 200 juta rupiah setiap kejadian.</i>	4
Sedang (<i>moderate</i>)	Akibat yang terjadi mungkin tidak memberi ancaman yang berarti, dimana ancaman tersebut bisa di kelola dengan perubahan, seperti kerugian biaya yang tinggi, dibutuhkan perawatan kesehatan. <i>-Efek biaya yang terjadi 50 - 100 juta rupiah setiap kejadian.</i>	3
Rendah (<i>minor</i>)	Akibat yang terjadi mungkin tidak smemberi ancaman pada ke efektifan dan efisiensi untuk beberapa aspek, hal tersebut bisa diselesaikan secara internal, seperti kerugian biaya menengah, dibutuhkan perawatan pertolongan pertama. <i>-Efek biaya yang terjadi 25 - 50 juta rupiah setiap kejadian.</i>	2
Sangat rendah (<i>insignificant</i>)	Akibat yang dapat diselesaikan dengan pemeriksaan rutin, seperti tidak ada injuri atau kerugian biaya yang berarti. <i>-Efek biaya yang terjadi < 25 juta rupiah setiap kejadian.</i>	1

9. Silakan memberikan tanda “check list” (✓) pada kotak kolom “1,2,3,4,5” Pada **Tabel 3. Penilaian Level Probabilitas Risiko** yang menurut Anda paling tepat berdasarkan Tabel 1. Penilaian Probabilitas.
10. Silakan memberikan tanda “check list” (✓) pada kotak kolom “1,2,3,4,5” Pada **Tabel 4. Penilaian Dampak Risiko** yang menurut Anda paling tepat berdasarkan Tabel 2. Penilaian Dampak.
11. Keterangan Tabel kuisisioner (Tabel 3. Penilaian Probabilitas Risiko dan Tabel 4. Penilaian Dampak Risiko) adalah sebagai berikut:

- **“No”** : adalah nomor klasifikasi dan sub klasifikasi variabel risiko
- **“Variabel Risiko”** : adalah risiko-risiko yang telah diidentifikasi dan di verifikasi kesesuaiannya dengan obyek penelitian ini
- **“Kode”** : Kode setiap variabel risiko dengan initial “R” (Risiko)
- **Penilaian Level Probabilitas** : Penilaian terhadap kemungkinan kejadian terjadi/frekuensi kejadian yang akan terjadi dengan penilaian 1 (Sangat Rendah) sampai dengan 5 (Sangat Tinggi) sesuai dengan Tabel 1. Penilaian Level Probabilitas.
- **Penilaian Dampak** : Penilaian terhadap dampak yang terjadi jika risiko tersebut terjadi, dengan penilaian 1 (Sangat Rendah) sampai dengan 5 (Sangat Tinggi) sesuai dengan Tabel 2. Penilaian Dampak.

Tabel 3. Penilaian Level Probabilitas Risiko

No	Identifikasi Awal Risiko	Kode	Penilaian Level Probabilitas / Frekuensi Kejadian				
			1	2	3	4	5
1	Pemasangan Blower	P.1					
	Terjatuh dari atap	R1.1					
	Terjepit blower	R1.2					
	Tersengat listrik	R1.3					
2	Pembukaan Door Sheet	P.2					
	Terjepit	R2.1					
	Tersengat listrik	R2.2					
	Terkena paparan panas pengelasan	R2.3					
3	<i>Repair Roof dan Rafter</i>	P.3					
	Terjatuh dari atap	R3.1					
	Terbakar	R3.2					
	Tersengat listrik	R3.3					
	Terkena paparan panas matahari	R3.4					
4	<i>Bottom Plate Repair</i>	P.4					
	Tersandung	R4.1					
	Terbakar karena pengelasan	R4.2					
	Terkena paparan asap dari pengelasan	R4.3					
	Kepala Terbentur	R4.4					
	Terjepit	R4.5					
	Tersengat Listrik	R4.6					
5	<i>Shell Plate repair</i>	P.5					
	Terbakar	R5.1					
	Tersengat listrik	R5.2					
	Terjepit	R5.3					
	Kepala terbentur	R5.4					

No	Identifikasi Awal Risiko	Kode	Penilaian Probabilitas / Frekuensi Kejadian				
			1	2	3	4	5
6	<i>Coating</i>	P.6					
	Terjatuh	R6.1					
	Sesak Nafas karena debu sand blast	R6.2					
	Tersengat Listrik mesin sand blast	R6.3					
	Sesak nafas karena paparan coating	R6.4					
	Sesak nafas karena di ruang tertutup/terbatas	R6.5					

Tabel 4. Penilaian Dampak Risiko

No	Identifikasi Awal Risiko	Kode	Penilaian Dampak / Efek Risiko				
			1	2	3	4	5
1	Pemasangan Blower	P.1					
	Terjatuh dari atap	R1.1					
	Terjepit blower	R1.2					
	Tersengat listrik	R1.3					
2	Pembukaan Door Sheet	P.2					
	Terjepit	R2.1					
	Tersengat listrik	R2.2					
	Terkena paparan panas pengelasan	R2.3					
3	<i>Repair Roof dan pemasangan walk way</i>	P.3					
	Terjatuh dari atap	R3.1					
	Terbakar	R3.2					
	Tersengat listrik	R3.3					
	Terkena paparan panas matahari	R3.4					
4	<i>Bottom Plate Repair</i>	P.4					
	Tersandung	R4.1					
	Terbakar karena pengelasan	R4.2					
	Terkena paparan asap dari pengelasan	R4.3					
	Kepala Terbentur	R4.4					
	Terjepit	R.4.5					
	Tersengat Listrik	R4.6					
5	<i>Shell Plate repair</i>	P.5					
	Terbakar	R5.1					
	Tersengat listrik	R5.2					
	Terjepit	R5.3					
	Kepala terbentur	R5.4					

No	Identifikasi Awal Risiko	Kode	Penilaian Dampak / Efek Risiko				
			1	2	3	4	5
6	<i>Coating</i>	P.6					
	Terjatuh	R6.1					
	Sesak Nafas karena debu sand blast	R6.2					
	Tersengat Listrik mesin sand blast	R6.3					
	Sesak nafas karena paparan coating	R6.4					
	Sesak nafas karena di ruang tertutup/terbatas	R6.5					

LAMPIRAN 3

Data Responden

Tabel. Data Responden Probabilitas dan Dampak

No	Jabatan	Pengalaman kerja (tahun)	Pendidikan	API 653
1	Shop Rep	27	SMA	Tidak
2	Facility Engineer	6	S1	Ya
3	Facility Engineer	2	S1	Ya
4	Teknisi	10	S1	Tidak
5	QA/QC	24	S1	Tidak
6	Facility Engineer	7,5	S2	Ya
7	Facility Engineer	6	S1	Tidak
8	Project Contractor	22	S1	Tidak
9	Project Manager	28	SMA	Tidak
10	Project Control	4	S1	Tidak
11	HES Officer	6	S1	Tidak
12	Project Engineer	28	SMA	Tidak
13	Project Manager	13	S1	Tidak
14	Tim Proyek	1	SMA	Tidak
15	Tim Proyek	2	SMA	Tidak
16	Tim Proyek	4	SMA	Tidak
17	Tim Proyek	14	SMA	Tidak
18	Tim Proyek	5	SMA	Tidak
19	Tim Proyek	5	SMA	Tidak
20	Tim Proyek	4	SMA	Tidak
21	Tim Proyek	16	SMA	Tidak
22	Tim Proyek	4	SMA	Tidak
23	Tim Proyek	6	SMA	Tidak
24	Tim Proyek	1	SMA	Tidak
25	Tim Proyek	1	SMA	Tidak

Tabel. Data Responden Pembobotan

Jabatan	Pengalaman kerja (tahun)	Pendidikan	API 653
Shop Rep	27	SMA	Tidak
Facility Engineer	6	S1	Ya
Facility Engineer	2	S1	Ya
Teknisi	10	S1	Tidak
QA/QC	24	S1	Tidak
Facility Engineer	7,5	S2	Ya
Facility Engineer	6	S1	Tidak
Project Contractor	22	S1	Tidak
Project Manager	28	SMA	Tidak
Project Control	4	S1	Tidak
HES Officer	6	S1	Tidak
Project Engineer	28	SMA	Tidak
Project Manager	13	S1	Tidak

LAMPIRAN 4

Perhitungan Bobot Risiko

1. Penilaian Bobot Kriteria Proses Perbaikan *Wash Tank*

Untuk menentukan bobot dari masing-masing kriteria (proses 1 sampai dengan 6).

Data responden (13 responden)

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5
P2	3	1	1/5	1/7	3	1/5
P3	5	5	1	1/7	1	1/3
P4	5	7	7	1	5	1
P5	5	1/3	1	1/5	1	1/3
P6	5	5	3	1	3	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/7	1/9	1/9	1/9	1/7
P2	7	1	1/7	1/9	1	1
P3	9	7	1	1	1	1
P4	9	9	1	1	1	3
P5	9	1	1	1	1	7
P6	7	1	1	1/3	1/7	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/7	1/9	1/9	1/9	1/7
P2	7	1	1/7	1/9	1	1
P3	9	7	1	1	1	1
P4	9	9	1	1	1	3
P5	9	1	1	1	1	7
P6	7	1	1	1/3	1/7	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/9	1/7	1/5	1/5	1/8
P2	9	1	1	1	1	1
P3	7	1	1	1	1	1
P4	5	1	1	1	1	1
P5	5	1	1	1	1	1
P6	8	1	1	1	1	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	9	6	9	8	6
P2	1/9	1	9	1/7	8	8
P3	1/6	1/9	1	1/8	1/8	1/6
P4	1/9	7	8	1	9	1/8
P5	1/8	1/8	8	1/9	1	7
P6	1/6	1/8	6	8	1/7	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/3	1/6	1/8	1/5	1/6
P2	3	1	7	7	7	5
P3	6	1/7	1	7	5	5
P4	8	1/7	1/7	1	7	7
P5	5	1/7	1/5	1/7	1	1/7
P6	6	1/5	1/5	1/7	7	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/3	1/5	1/7	1/5	1/7
P2	3	1	1/5	1/5	1/3	1/5
P3	5	5	1	1/5	5	5
P4	7	5	5	1	5	5
P5	5	3	1/5	1/5	1	5
P6	7	5	1/5	1/5	1/5	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1	1/4	1/4	1/4	1/3
P2	1	1	1/4	1/4	1/4	1/3
P3	4	4	1	1	1	3
P4	4	4	1	1	1	3
P5	4	4	1	1	1	3
P6	3	3	1/3	1/3	1/3	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/7	1/7	1/7	5	1/7
P2	7	1	5	1/7	1	1
P3	7	0,2	1	1/7	1/5	1
P4	7	7	7	1	1	2
P5	0,2	1	5	1	1	1/7
P6	7	1	1	0,5	7	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1	1	1	1	1
P2	1	1	3	1/6	1/3	1/8
P3	1	1/3	1	1/8	1/2	1/6
P4	1	6	8	1	7	8
P5	1	3	2	1/7	1	1
P6	1	8	6	1/8	1	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	3	1/3	1/5	1/3	1/3
P2	0,333	1	1/5	1/5	1/5	1/5
P3	3	5	1	3	3	3
P4	5	5	1/3	1	3	3
P5	3	5	1/3	1/3	1	3
P6	3	5	1/3	1/3	1/3	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1/2	3	1/4	2	2
P2	2	1	4	1/6	1/2	2
P3	1/3	1/4	1	1/7	1/3	1/2
P4	4	6	7	1	5	7
P5	1/2	2	3	1/5	1	2
P6	1/2	1/2	2	1/7	1/2	1

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1	1	4	1/4	1	1
P2	1	1	5	1	1	1
P3	0,25	0,2	1	1/5	1/4	1
P4	4	1	5	1	3	3
P5	1	1	4	0,33	1	1
P6	1	1	1	0,33	1	1

Data kuesioner dari pendapat para ahli di rata-rata dengan menggunakan rata-rata geometri. Berikut ini adalah rumus dari rata-rata geometri.

$$\left(\prod_{i=1}^n a_i \right)^{1/n} = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times a_3 \times \dots \times a_n}$$

1. Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria dari 13 sampel/responden seperti dalam tabel berikut:

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	1,00	0,59	0,43	0,28	0,51	0,37
P2	1,68	1,00	1,14	0,29	0,94	0,65
P3	2,32	0,88	1,00	0,40	0,82	0,89

P4	3,58	3,48	2,51	1,00	3,10	2,26
P5	1,95	1,06	1,22	0,32	1,00	1,30
Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P6	2,71	1,53	1,13	0,44	0,77	1,00
Σ	13,24	8,55	7,43	2,73	7,15	6,46

2. Normalisasi data rata-rata geometrik

Kriteria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Avrg
P1	0,08	0,07	0,06	0,10	0,07	0,06	0,07
P2	0,13	0,12	0,15	0,11	0,13	0,10	0,12
P3	0,17	0,10	0,13	0,15	0,11	0,14	0,14
P4	0,27	0,41	0,34	0,37	0,43	0,35	0,36
P5	0,15	0,12	0,16	0,12	0,14	0,20	0,15
P6	0,20	0,18	0,15	0,16	0,11	0,15	0,16
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Menghitung data spesifikasi dan konsistensi rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{max})	6,09
Matrix ordo (n)	6
Index Konsistensi (CI)	0,02
Random Index (RI)	1,24
Ratio Konsistensi (CR)	0,015

Jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten dan hasil survey adalah valid

4. Menghitung vektor prioritas pembobotan

P1. Pemasangan Blower	0,49
P2. Pembukaan Door Sheet	0,83
P3. Perbaikan Rafter dan Roof Plate	0,92
P4. Perbaikan Bottom Plate	2,46
P5. Perbaikan Shell Plate	1,01
P6. Coating	1,08
Σ	6,78

5. Vektor prioritas pembobotan dari hasil normalisasi

P1. Pemasangan Blower	0,072	6
P2. Pembukaan Door Sheet	0,123	5
P3. Perbaikan Rafter dan Roof Plate	0,135	1
P4. Perbaikan Bottom Plate	0,362	4
P5. Perbaikan Shell Plate	0,149	3
P6. Coating	0,159	2
Σ	1,00	

2. Penilaian Bobot Subkriteria Pemasangan Blower

Untuk menentukan bobot dari masing-masing subkriteria seperti pada langkah berikut:

1. Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria dari 13 sampel/ responden seperti berikut:

Kriteria	R1.1	R1.2	R1.3
R1.1	1,00	5	2,26
R1.2	0,18	1,00	0,61
R1.3	0,44	1,64	1,00
Σ	1,63	8,10	3,87

2. Normalisasi data rata-rata geometrik

Kriteria	R1.1	R1.2	R1.3	Avrg
R1.1	0,62	0,67	0,58	0,62
R1.2	0,11	0,12	0,16	0,13
R1.3	0,27	0,20	0,26	0,24
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Menghitung data spesifikasi dan konsistensi rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{max})	3,02
Matrix ordo (n)	3
Index Konsistensi (CI)	0,002
Random Index (RI)	0,58
Ratio Konsistensi (CR)	0,003

Jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten dan hasil survey adalah valid

4. Menghitung vektor prioritas pembobotan

R1.1 Terjatuh dari atap	2.31
R1.2 Terjepit blower	0.48
R1.3 Tersengat listrik	0.90
Σ	3.69

5. Vektor prioritas pembobotan dari hasil normalisasi

R1.1 Terjatuh dari atap	0.63	1
R1.2 Terjepit blower	0.13	3
R1.3 Tersengat listrik	0.24	2
Σ	1.00	

Berdasarkan dari hasil perhitungan *pair-wise comparison* pada Subkriteria Pemasangan *Blower* di dapatkan nilai bobot yang paling berisiko adalah R1.1. Terjatuh dari Atap (*Roof tank*) pada saat pemasangan *blower* dengan bobot risiko 63% dibandingkan dari risiko-risiko yang lain yang mungkin terjadi pada saat pemasangan *blower* pada *Wash Tank*.

3. Penilaian Bobot Subkriteria Pembukaan Doorsheet

Untuk menentukan bobot dari masing-masing subkriteria seperti pada langkah berikut:

1. Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria dari 13 sampel/ responden seperti berikut:

Kriteria	R2.1	R2.2	R2.3
R2.1	1.00	1	1.97
R2.2	0.82	1.00	1.17
R2.3	0.51	0.85	1.00
Σ	2.33	3.07	4.14

2. Normalisasi data rata-rata geometrik

Kriteria	R2.1	R2.2	R2.3	Avrg
R2.1	0,43	0,40	0,48	0,43
R2.2	0,35	0,33	0,28	0,32
R2.3	0,22	0,28	0,24	0,25
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Menghitung data spesifikasi dan konsistensi rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{max})	3,01
Matrix ordo (n)	3
Index Konsistensi (CI)	0,001
Random Index (RI)	0,58
Ratio Konsistensi (CR)	0,002

Jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten dan hasil survey adalah valid

4. Menghitung vektor prioritas pembobotan

R2.1 Terjepit	1.34
R2.2 Tersengat listrik	0.99
R2.3 Terkena paparan panas pengelasan	0.76
Σ	3.08

5. Vektor prioritas pembobotan dari hasil normalisasi

R2.1 Terjepit	0.43	1
R2.2 Tersengat listrik	0.32	2
R2.3 Terkena paparan panas pengelasan	0.25	3
Σ	1.00	

Berdasarkan dari hasil perhitungan *pair-wise comparison* pada Subkriteria Pembukaan *Doorsheet* di dapatkan nilai bobot yang paling berisiko adalah R2.1. Terjepit pada saat pembukaan *doorsheet* pada *shell Wash Tank* dengan bobot risiko 43% dibandingkan dari risiko-risiko yang lain yang mungkin terjadi pada saat pembukaan *doorsheet*.

4. Penilaian Bobot Perbaikan Rafter dan Roof

Untuk menentukan bobot dari masing-masing subkriteria seperti pada langkah berikut:

1. Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria dari 13 sampel/ responden seperti berikut:

Kriteria	R3.1	R3.2	R3.3	R3.4	R3.5
R3.1	1,00	3,68	2,44	4,09	4,68
R3.2	0,27	1,00	1,08	3,57	1,66
R3.3	0,41	0,93	1,00	2,31	1,75
R3.4	0,24	0,28	0,43	1,00	0,50
R3.5	0,21	0,60	0,57	2,00	1,00
Σ	2,14	6,49	5,52	12,97	9,59

2. Normalisasi data rata-rata geometrik

Kriteria	R3.1	R3.2	R3.3	R3.4	R3.5	Avrg
R3.1	0,47	0,57	0,44	0,32	0,49	0,46
R3.2	0,13	0,15	0,20	0,28	0,17	0,18
R3.3	0,19	0,14	0,18	0,18	0,18	0,18
R3.4	0,11	0,04	0,08	0,08	0,05	0,07
R3.5	0,10	0,09	0,10	0,15	0,10	0,11
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Menghitung data spesifikasi dan konsistensi rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{max})	5,15
Matrix ordo (n)	5
Index Konsistensi (CI)	0,01
Random Index (RI)	1,12
Ratio Konsistensi (CR)	0,011

Jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten dan hasil survey adalah valid

4. Menghitung vektor prioritas pembobotan

R3.1 Terjatuh dari atap	2,80
R3.2 Terbakar karena pengelasan	1,12
R3.3 Tersengat listrik	1,09
R3.4 Terkena paparan panas matahari	0,43
R3.5 Terkena paparan asap dari pengelasan	0,68
Σ	6,12

5. Vektor prioritas pembobotan dari hasil normalisasi

R3.1 Terjatuh dari atap	0,457	1
R3.2 Terbakar karena pengelasan	0,183	2
R3.3 Tersengat listrik	0,178	3
R3.4 Terkena paparan panas matahari	0,070	5
R3.5 Terkena paparan asap dari pengelasan	0,111	4
Σ	1,00	

Berdasarkan dari hasil perhitungan *pair-wise comparison* pada Subkriteria Perbaikan *Rafter* dan *Roof* di dapatkan nilai bobot yang paling berisiko adalah R3.1. Terjatuh dari atap terutama pada saat perbaikan *rafter* dengan bobot risiko 45,7% dibandingkan dari risiko-risiko yang lain yang mungkin terjadi pada saat pembukaan perbaikan *rafter* dan *roof Wash Tank*.

5. Penilaian Bobot Subkriteria Perbaikan Bottom Plate

Untuk menentukan bobot dari masing-masing subkriteria seperti pada langkah berikut:

1. Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria dari 13 sampel/ responden seperti berikut:

Kriteria	R3.1	R3.2	R3.3	R3.4	R3.5	R3.6
R3.1	1,00	0,36	0,60	0,64	0,34	0,38
R3.2	2,76	1,00	1,66	1,69	1,28	0,81
R3.3	1,68	0,60	1,00	1,22	1,53	0,80
R3.4	1,57	0,59	0,82	1,00	0,82	0,36
R3.5	2,94	0,78	0,65	1,23	1,00	0,92
R3.6	2,66	1,24	1,25	2,76	1,09	1,00
Σ	12,62	4,58	5,98	8,53	6,05	4,27

2. Normalisasi data rata-rata geometrik

Kriteria	R4.1	R4.2	R4.3	R4.4	R4.5	R4.6	Avrg
R4.1	0,08	0,08	0,10	0,07	0,06	0,09	0,08
R4.2	0,22	0,22	0,28	0,20	0,21	0,19	0,22
R4.3	0,13	0,13	0,17	0,14	0,25	0,19	0,17
R4.4	0,12	0,13	0,14	0,12	0,13	0,08	0,12
R4.5	0,23	0,17	0,11	0,14	0,17	0,22	0,17

Kriteria	R4.1	R4.2	R4.3	R4.4	R4.5	R4.6	Avrg
R4.6	0,21	0,27	0,21	0,32	0,18	0,23	0,24
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Menghitung data spesifikasi dan konsistensi rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{max})	6,11
Matrix ordo (n)	6
Index Konsistensi (CI)	0,01
Random Index (RI)	1,24
Ratio Konsistensi (CR)	0,008

Jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten dan hasil survey adalah valid

4. Menghitung vektor prioritas pembobotan

R4.1 Tersandung	0,51
R4.2 Terbakar karena pengelasan	1,41
R4.3 Terkena paparan asap dari pengelasan	1,07
R4.4 Kepala Terbentur	0,78
R4.5 Terjepit	1,09
R4.6 Tersengat Listrik	1,52
Σ	6,39

5. Vektor prioritas pembobotan dari hasil normalisasi

R4.1 Tersandung	0,080	6
R4.2 Terbakar karena pengelasan	0,221	2
R4.3 Terkena paparan asap dari pengelasan	0,168	4
R4.4 Kepala Terbentur	0,122	5
R4.5 Terjepit	0,171	3
R4.6 Tersengat Listrik	0,238	1
Σ	1,00	

Berdasarkan dari hasil perhitungan *pair-wise comparison* pada Subkriteria Perbaikan *Bottom Plate* di dapatkan nilai bobot yang paling berisiko

adalah R4.6. Tersengat Listrik pada saat proses pengelasan maupun gerinda *bottom plate Wash Tank* dengan bobot risiko 23,8% dibandingkan dari risiko-risiko yang lain yang mungkin terjadi pada saat pembukaan perbaikan *bottom plate*.

6. Penilaian Bobot Perbaikan Shell

Untuk menentukan bobot dari masing-masing subkriteria seperti pada langkah berikut:

1. Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria dari 13 sampel/ responden seperti berikut:

Kriteria	R5.1	R5.2	R5.3	R5.4
R5.1	1,00	1,69	1,10	1,34
R5.2	0,59	1,00	0,86	0,90
R5.3	0,91	1,17	1,00	1,12
R5.4	0,74	1,11	0,89	1,00
Σ	3,25	4,97	3,85	4,37

2. Normalisasi data rata-rata geometrik

Kriteria	R6.1	R6.2	R6.3	R6.4	Avrg
R6.1	0,31	0,34	0,29	0,31	0,31
R6.2	0,18	0,20	0,22	0,21	0,20
R6.3	0,28	0,23	0,26	0,26	0,26
R6.4	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Menghitung data spesifikasi dan konsistensi rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{\max})	4,01
Matrix ordo (n)	4
Index Konsistensi (CI)	0,001
Random Index (RI)	1,12
Ratio Konsistensi (CR)	0,001

Jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten dan hasil survey adalah valid

4. Menghitung vektor prioritas pembobotan

R5.1 Terbakar	1,26
R5.2 Tersengat listrik	0,82
R5.3 Terjepit	1,04
R5.4 Kepala terbentur	0,93
Σ	4,05

5. Vektor prioritas pembobotan dari hasil normalisasi

R6.1 Terbakar	0,310	1
R6.2 Tersengat listrik	0,203	4
R6.3 Terjepit	0,258	2
R6.4 Kepala terbentur	0,229	3
Σ	1,00	

Berdasarkan dari hasil perhitungan *pair-wise comparison* pada Subkriteria Perbaikan *Shell* di dapatkan nilai bobot yang paling berisiko adalah R5.1. Terbakar pada saat perbaikan proses pengelasan di *shell plate* dengan bobot risiko 26% dibandingkan dari risiko-risiko yang lain yang mungkin terjadi pada saat perbaikan *shell Wash Tank*

7. Penilaian Bobot Coating

Untuk menentukan bobot dari masing-masing subkriteria seperti pada langkah berikut:

1. Hasil perhitungan rata-rata geometri dari setiap kriteria dari 13 sampel/ responden seperti berikut

Kriteria	R6.1	R6.2	R6.3	R6.4	R6.5
R6.1	1.00	2.58	1.59	1.54	1.47
R6.2	0.39	1.00	1.02	0.71	1.36
R6.3	0.63	0.98	1.00	0.70	1.09
R6.4	0.65	1.41	1.43	1.00	1.44
R6.5	0.68	0.74	0.92	0.69	1.00
Σ	3.35	6.71	5.96	4.64	6.35

2. Normalisasi data rata-rata geometrik

Kriteria	R6.1	R6.2	R6.3	R6.4	R6.5	Avrg
R6.1	0,30	0,38	0,27	0,33	0,23	0,30
R6.2	0,12	0,15	0,17	0,15	0,21	0,16
R6.3	0,19	0,15	0,17	0,15	0,17	0,16
R6.4	0,19	0,21	0,24	0,22	0,23	0,22
R6.5	0,20	0,11	0,15	0,15	0,16	0,15
Σ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

3. Menghitung data spesifikasi dan konsistensi rasio

Sampel (n)	13
Nilai Eigen Max (λ_{max})	5,06
Matrix ordo (n)	5
Index Konsistensi (CI)	0,01
Random Index (RI)	1,12
Ratio Konsistensi (CR)	0,005

Jika $CR < 0,1$ berarti responden konsisten dan hasil survey adalah valid

4. Menghitung vektor prioritas pembobotan

R6.1 Terjatuh	1.56
R6.2 Sesak Nafas karena debu sand blast	0.82
R6.3 Tersengat Listrik mesin sand blast	0.86
R6.4 Sesak nafas karena paparan coating	1.13
R6.5 Sesak nafas karena di ruang tertutup/terbatas	0.80
Σ	5.18

5. Vektor prioritas pembobotan dari hasil normalisasi

R6.1 Terjatuh	0.302	1
R6.2 Sesak Nafas karena debu sand blast	0.159	2
R6.3 Tersengat Listrik mesin sand blast	0.166	3
R6.4 Sesak nafas karena paparan coating	0.219	5
R6.5 Sesak nafas karena di ruang tertutup/terbatas	0.154	4
Σ	1.00	

Berdasarkan dari hasil perhitungan *pair-wise comparison* pada Subkriteria *Coating* di dapatkan nilai bobot yang paling berisiko adalah R6.1. Terjatuh dari ketinggian pada saat *sand blast* maupun proses *coating* dengan bobot risiko 30,2% dibandingkan dari risiko-risiko yang lain yang mungkin terjadi pada saat perbaikan *coating Wash Tank*

LAMPIRAN 5

Lima(5) Besar *Risk Response*

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Wonosobo tanggal 27 Desember 1980 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sumardi (Alm) dan Ibu Sri Sukarti. Penulis menyelesaikan DIII Jurusan Teknik Mesin di Universitas Gadjah Mada pada tahun 2002. Pada tahun 2007, penulis menyelesaikan S1 Jurusan Teknik Mesin di Universitas Indonesia. Tahun 2011, penulis menempuh kuliah Magister Manajemen Teknologi, bidang keahlian Manajemen Proyek di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tahun 2002 sampai dengan 2007, penulis bekerja di PT. Astra Honda Motor di Jakarta. Tahun 2008 bergabung dengan PT. Chevron Pacific Indonesia yang berlokasi di Duri Riau. Penulis sudah menikah dengan istri tercinta yang bernama Woro Rum Pujiarti dan dikarunia 1 orang putri cantik yang bernama Aydinastin Aylakiva Ariyanto.